من أجل هذا سأبدأ و الله المعين بمجموعة من الدروس تبدأ في توضيح الفكرة إلي أن نصل إلي التجريب و التنفيذ

مقدمة

(الدرس الأول)

إذا رجعنا إلي الوراء مئة و عشرة من الأعوام

آي قبل اختتام القرن التاسع عشر

لوجدنا أن الأوساط العلمية حينئذ كانت تتحدث عن الإشعاعات الغريبة الشأن التي أكتشفها العالم الفرنسي بيكوريل

و التي كانت تنبعث من تلقاء نفسها من بعض أملاح اليورانيوم

ثم ما لبثت مدام كوري و زوجها أن اكتشفا مادة الراديوم

و هي ذات إشعاعات أقوي من اليورانيوم بحوالي مليوني ضعف

و كان العلم في دهشة من هذه الإشعاعات الراديومية و التي تجعل الراديوم يتوهج في الظلام و ترفع من درجة حرارته

و سرعان ما أدركت خواص تلك الأشعة القوية القتالة فاستخدمت للفتك لخلايا السرطان

و نظر العلماء إلي هذه الأشعة كدليل علي جبروت الطاقة المختزنة و التي تغلي في باطن المادة

و لكن كيف ؟

و علي آية صورة ؟

يرجع الفضل الأكبر في كشف حقائق هذا النشاط الإشعاعي إلي العالم الأنجليزى أرنست راذرفورد

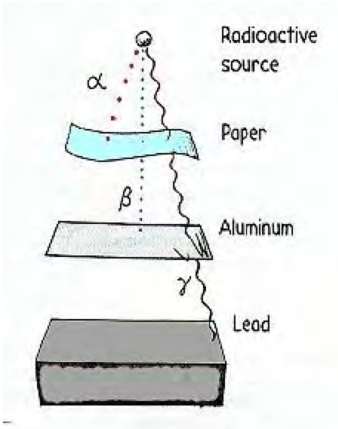
الذي أدي إلي علم الطبيعة النووية خدمات متتالية جعلته يعتبر بحق أعظم عالم ذري تجريبي في هذا القرن

فقد أجري بمساعدة (F.Soddy) جملة تجارب أدت إلي أعلانهما عن حقيقة النشاط الإشعاعي

و طبقا لهذه النظرية تنفجر بعض ذرات المواد المشعة و ينبعث منها الحطام بقوة إلي الخارج

و قد وجدت أن هذه الإشعاعات ليست متجانسة

بل تشمل ثلاث أنواع سميت بالحروف : ألفا , بيتا ، جاما



المدي المحدد لأنواع الأشعاع الثلاثة

و هي الحروف الثلاثة الأولي في اللغة الإغريقية

و عند انفجار ذرة اليورانيوم مثلا

فإن ما بقي من الذرة يستمر في الانفجار

و يتتالى ذلك حتى تصبح الذرة المتبقية ذرة رصاص فتقف عن التفتت

و لم يكن للذرة تركيب معروف حينئذ

و كان العالم الأنجليزى ج.ج.تومسون مكتشف الإلكترون

قد أقترح بأن تتصور الذرة كأنها كرة من الكهرباء الموجبة تحمل في ثناياها الالكترونات السالبة التكهرب

كما توجد البذور داخل ثمرة التفاح أو البرتقال

و لكن هذه الصورة سرعان ما أهملت

إذ أن انبعاث جسيمات بيتا السالبة (و هي الكترونات) بسرعة كبيرة من داخل الذرات

– كما لاحظ العالم الألماني لينارد –

يدلنا علي أن الذرة معظمها فراغ

و كان أن وضع راذرفورد مرة أخرى في سنة ١٩١١

و كان حينئذ في جامعة مانشستر

أساس الصورة التي مازالت في جوهرها سائدة حتى الآن

فقد أثبت بتجارب أجراها حينئذ

بأن الشحنات الموجبة في الذرة يجب أن يكون مركزها في حيز صغير جدا في وسط الذرة

و أن الالكترونات - ذات الشحنات السالبة – متحركة بسرعة حول النواة علي مسافات كبيرة منها

آي أن الذرة في مجموعها ليست سوي مجموعة شمسية مصغرة

تكون النواة فيها هي الشمس

و تكون الالكترونات فيها هي الكواكب التي تدور حولها

و كانت قوانين الحركة الطبيعية المعروفة حينئذ

تستلزم أن يشع الإلكترون ضوءا أثناء الحركة الدورانية

و ينتج عن ذلك اقترابه في حركته من النواة

و هكذا يستمر في أشعاع ضوء و الاقتراب من النواة تدريجيا حتى يلتصق بها

و تتلاشي شحنات الكهربية في الذرة و يتغير تركيبها

و هذا لا يتفق مع المشاهد عمليا

إذ أن المواد المركبة من ذرات تبقي دائما ثابتة في تركيبها لا تتغير أبدا

و كان من الواضح أن هذه الصعوبة ليس مرجعها نقص في صورة راذرفورد

و لكن النقص كان في تلك القوانين الطبيعية التي يجب أن يسير بمقتضاها الإلكترون

و في هذا الوقت الحرج في تاريخ العلم

(١٩١١)

سافر شاب دنمركي (نيلز بوهر) إلي انجلترا للدراسة

و بعد أن قضي سنة في كامبردج

مضي إلي مانشستر حيث راذرفورد يواصل تجاربه و أبحاثه

و في سنة (١٩١٣)

أقترح بوهر القوانين التي رأى أن يسير علي هديها الإلكترون بدلا من تلك التي كانت سائدة قبلا

و التي ما نزال حتى الآن نطبقها علي الأجسام التي نراها و نقابلها في حياتنا العادية كالعربات و الطائرات و ما شابه ذلك

فقد قال بوهر أن الالكترونات في حركتها لها قوانين خاصة بها

فالإلكترون مثلا يستطيع أن يدور حول النواة دائما أبدا دون أن يقترب من النواة أو يفقد جزءا من طاقته

وذلك في مسارات معينة حول النواة

و أنه إذا أنتقل الإلكترون من مسار إلي آخر من هذه المسارات المعينة

فإنه يفقد جزءا من طاقته علي شكل إشعاع ضوئي

إذا كان المسار الأخير أقرب إلي النواة

و أنه بعد هذا الانتقال يظل الإلكترون يدور في مساره الجديد دون أن يفقد جزءا من طاقته

و قد نجحت هذه الفروض نجاحا كبيرا في شرح الظواهر الذرية

و لكن لم يكن العلماء مستريحين تماما للطريقة التي وضع بها بوهر اقتراحه

بتحديد هذه المسارات المعينة التي يستطيع بها الإلكترون البقاء دائما أبدا دون إشعاع

فما هو السبب في وجودها ؟

نعم أنها نجحت نجاحا لم يكن متوقعا

**و لكن حتى سنة ١٩٢٤ لم يستطع أحد التوصل إلي معرفة الجواب علي هذا التساؤل
و كان يلزم للإجابة علي هذا السؤال نظرية وضعها عالم فرنسي هو " لويس دى بروجلي " في سنة ١٩٢٤**

أحدثت رجة كبيرة في الأوساط العلمية حينئذ

فقد لاحظ دى بروجلي

– و كان يعمل بمعمل عمه الذي كان يبحث في خواص الأشعة السينية –

أن خواص الضوء أمكن شرحها علي أساس الفرض بأن الضوء له خواص الموجات و خواص الجسيمات معا في وقت واحد

أي أن شعاعا ضوئيا متحركا نستطيع أن نشبهه بسيل من الجسيمات الصغيرة المتتابعة

و نستطيع أيضا تشبيهه بمجموعة من الموجات

**و تساءل دى بروجلي
لماذا لا نفرض نفس الشئ لسيل من الجسيمات المادية – و لتكن من الالكترونات مثلا ؟ باعتبارها سيل من الجسيمات
و لماذا لا نفترض بأن له صفات موجية أيضا ؟
أليس الإلكترون في حركته يشبه حركة مجموعة من الموجات المتتابعة ؟**

**و قد أمكن لبعض العلماء التجريبيين التحقق من هذا الفرض و أثبتوا صحته علميا
و بذا أصبحت الخواص الموجية للجسيمات الصغيرة شيئا ثابتا بالتجربة**

و قد أدى الفرض الجديد إلي زيادة فهمنا لحركة الالكترونات حول النواة و انتقالاتها
و حلت جميع مشاكل الالكترونات تقريبا علي أساس هذه النظرية
التي تسمي ب " الميكانيكا الموجية "

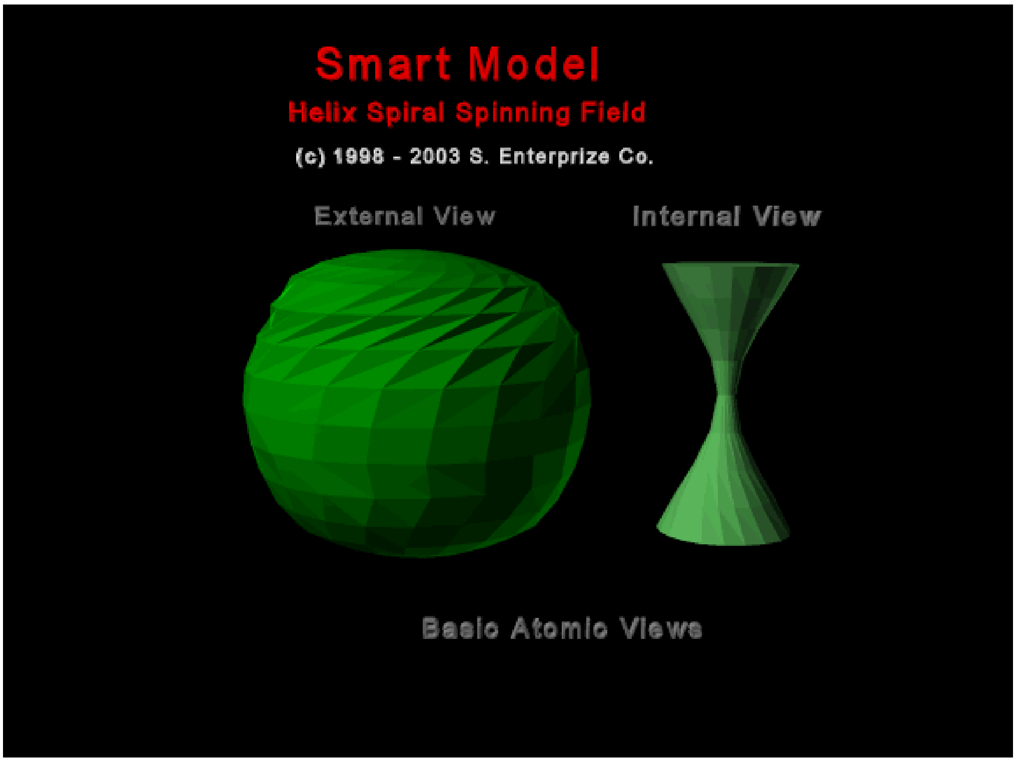
و ما يهمنا الآن هو ذكر الصورة أو النظام الذي كشفت عنه هذه النظرية

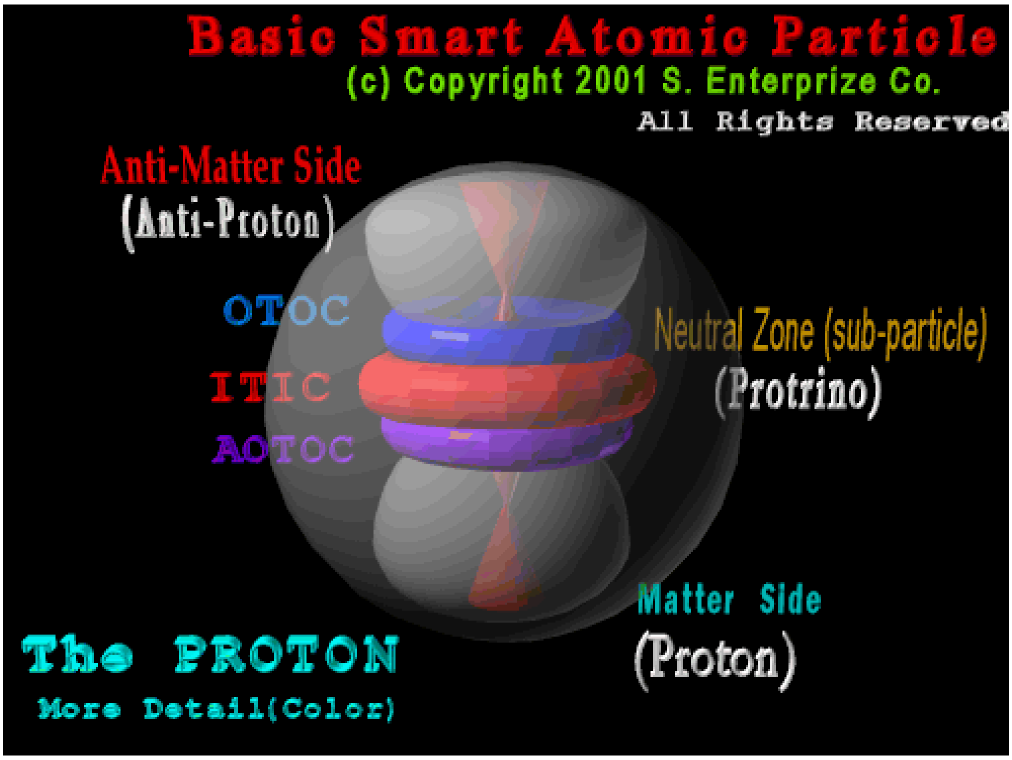
و الخاص بنظام حركة الالكترونات حول نواة الذرة

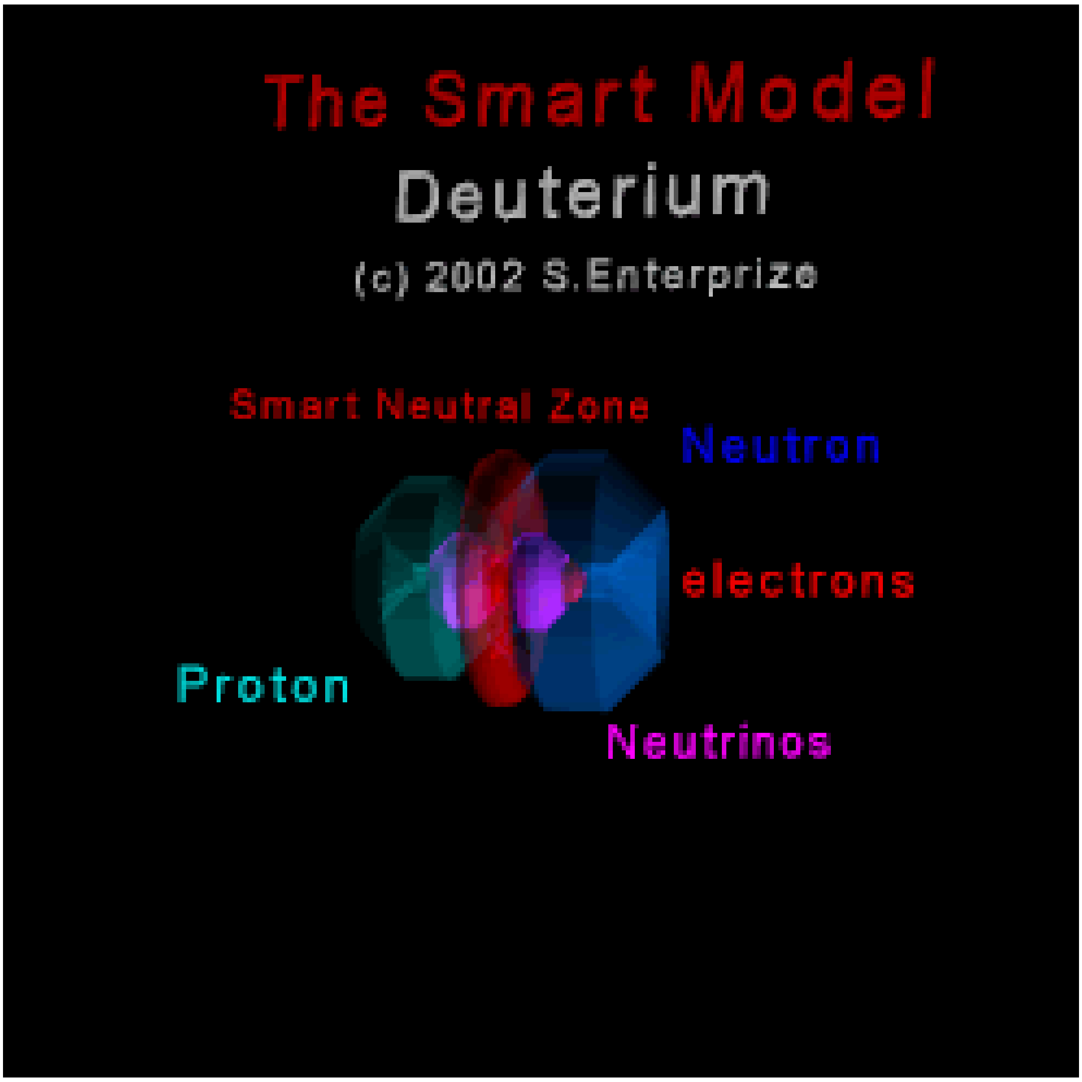
فقد أثبتت النظرية
أن الالكترونات التي تدور حول النواة
إنما تدور و تتحرك علي سطوح (كل منها يشبه القشرة الخارجية للبيضة) تحيط بالنواة
و لنسم هذه السطوح بالقشور
و أن هذه السطوح أو القشور التي تحيط بالنواة
لا تستطيع أن تسمح إلا لعدد معين من الالكترونات بالبقاء فيها
فالقشرة الأولي لا تحمل سوى إلكترونين
و الثانية لا تستطيع أن تسمح لأكثر من ٨ الكترونات بالبقاء فيها
و هكذا
فالهيدروجين مثلا و تشمل ذرته إلكترون واحد
يستطيع هذا الإلكترون البقاء علي القشرة الأولي "أ"
و كذلك الهليوم و له إلكترونين
و لكن في ذرة الليثيوم
و بها ثلاث إلكترونات تدور حول نواتها
فإنه لا يمكن للثلاثة الكترونات البقاء في القشرة الأولي
و لذا فإن أثنين منها تبقي في هذه القشرة
و يشغل الثالث مكانا في القشرة التالية و التي بها ثمانية أماكن
و هكذا
و بهذا أمكن معرفة كيفية توزيع الإلكترونات في حركتها حول النواة
ثم لوحظ بعد ذلك أن العناصر التي تشغل جميع كهاربها كل الأماكن الموجودة في قشرة أو أكثر شغلا تاما
تتميز بثبات كبير
و أن إلكتروناتها تجذب إلي النواة بقوة كبيرة
و كذلك لوحظ
أنه لا يوجد لهذه العناصر آي ميل للإتحاد بأي عنصر آخر
بل تبقي مكتفية بذاتها,
و قد عزى هذا الخمود إلي امتلاء قشرتها بالالكترونات و عدم وجود أماكن شاغرة لإلكترونات أخري.

هذا في حين أن ذرة كذرة الهيدروجين و بها إلكترون واحد يتحرك في القشرة الأولي
فإنه ما يزال بهذه القشرة مكان خال يمكن أن يشغله إلكترون آخر
و لذلك نلاحظ سرعة ميلها للإتحاد بغيرها من العناصر كي تحصل علي إلكترون آخر يشغل هذا المكان الشاغر
و كذلك أيضا الحال في ذرة الكلور و لها تسعة الكترونات تدور حول نواتها
فإن هناك مكانا شاغرا في قشرتها الثانية
و لذلك نلاحظ أن الكلور ميال دائما للإتحاد بغيره من العناصر حتى يملأ هذا المكان الشاغر
فتتحد مثلا بذرة مثل الهيدروجين التي عندها إلكترون واحد في قشرتها

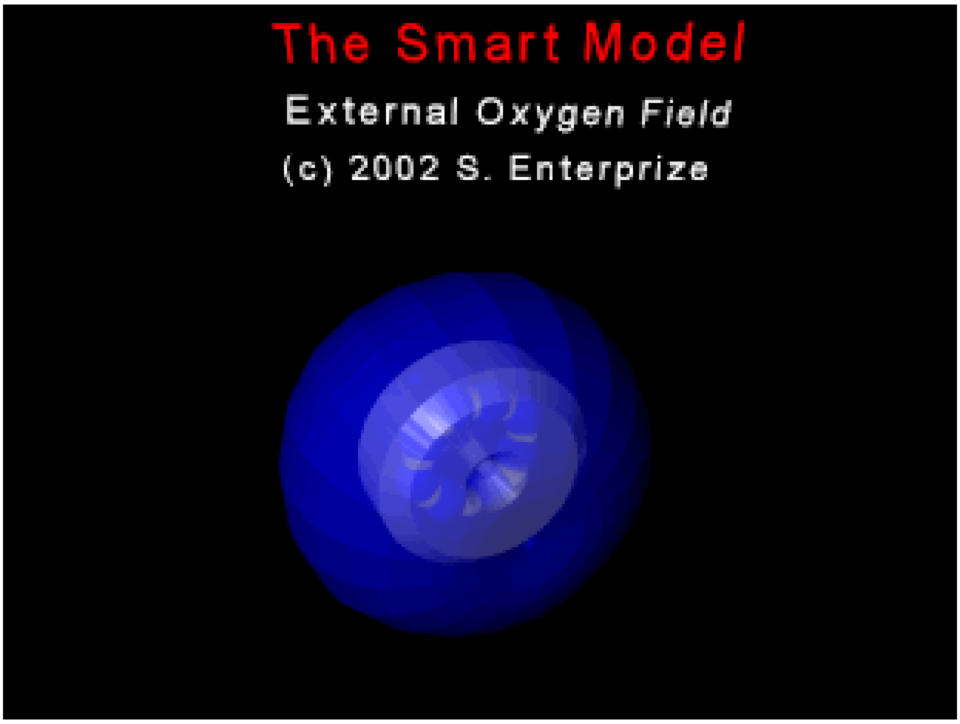
و هكذا كان علماء الطبيعة
– حتى سنة ١٩٣٢ –
قد تمكنوا من الكشف عن خواص الالكترونات و فهم كل غوامضها

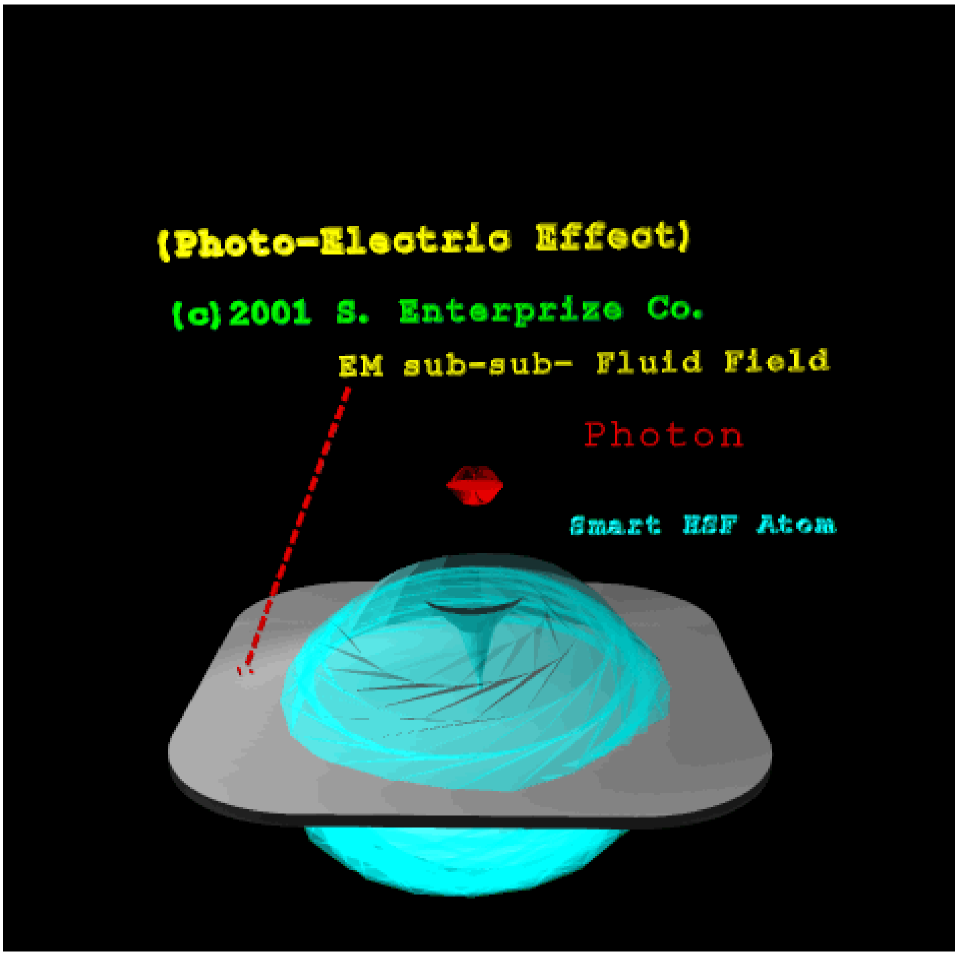

Smart Model
Helix Spiral Spinning Field
(c) 1998 - 2003 S. Enterprize Co.
External View
Internal View
Basic Atomic Views

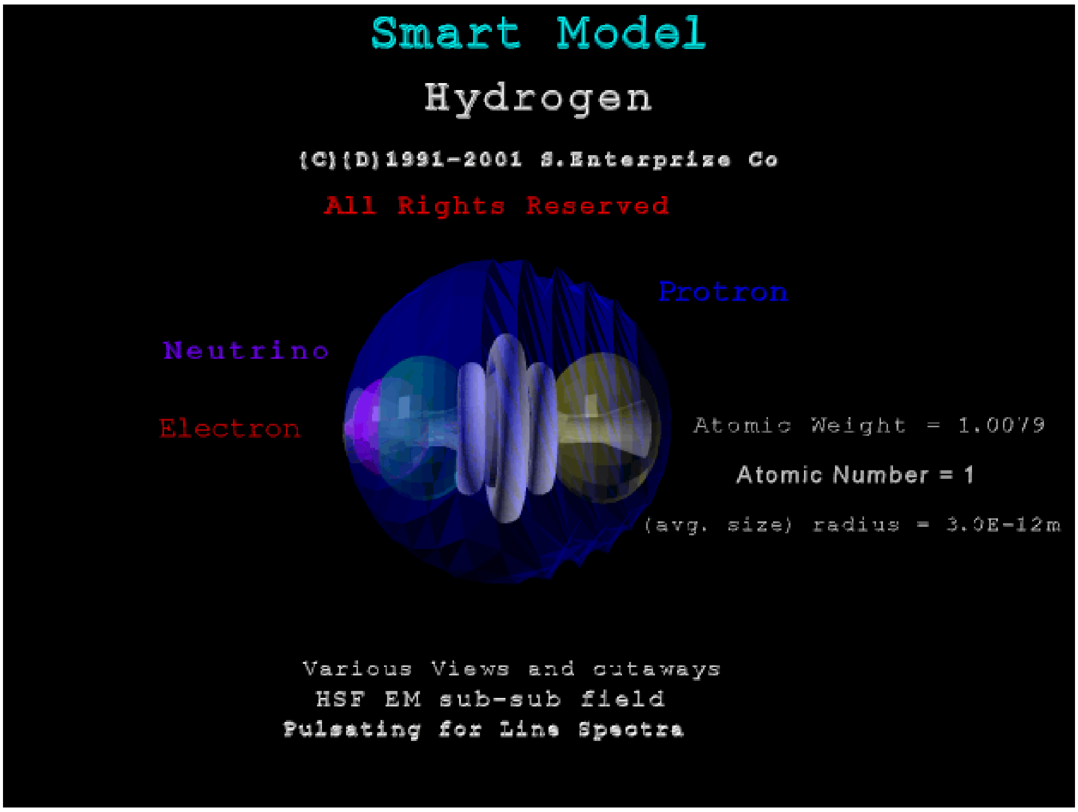

Basic Smart Atomic Particle
(c) Copyright 2001 S. Enterprize Co.
All Rights Reserved
Anti-Matter Side
(Anti-Proton)
OTOC
ITIC
AOTOC
Neutral Zone (sub-particle)
(Protrino)
Matter Side
(Proton)
The PROTON
More Detail(Color)

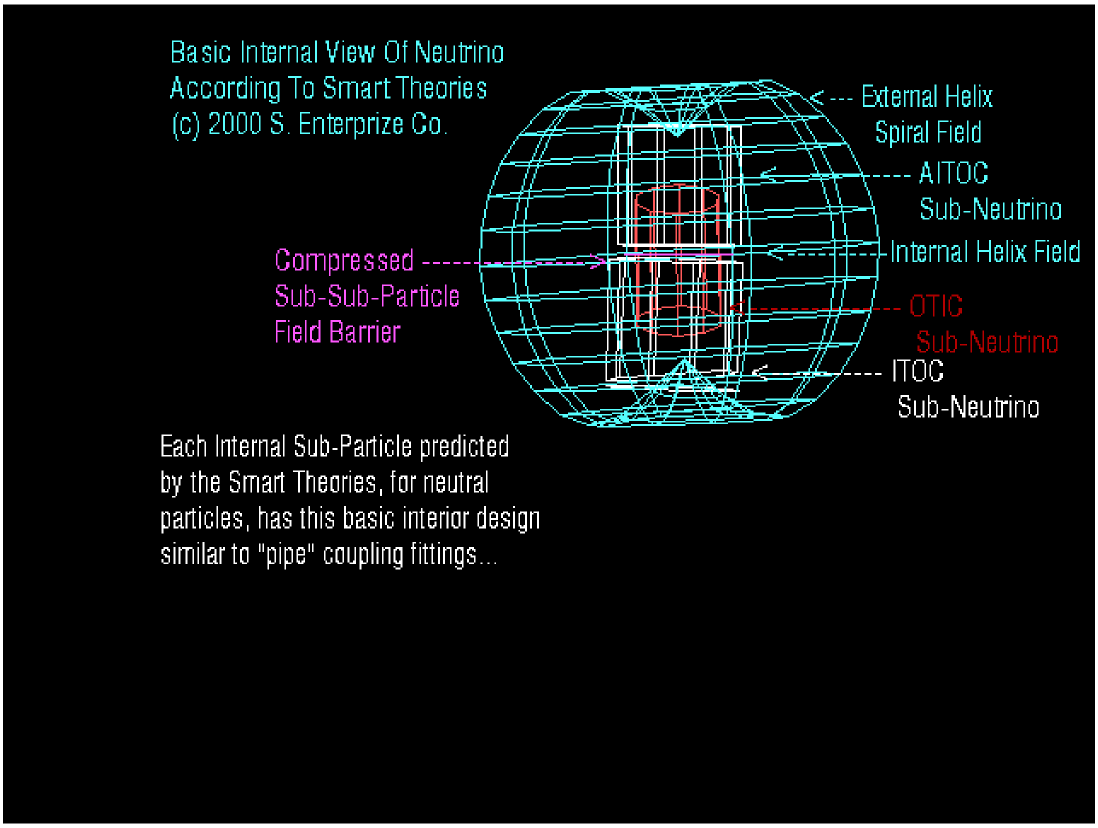

The Smart Model
Deuterium
(c) 2002 S.Enterprize
Smart Neutral Zone
Neutron
electrons
Proton
Neutrinos

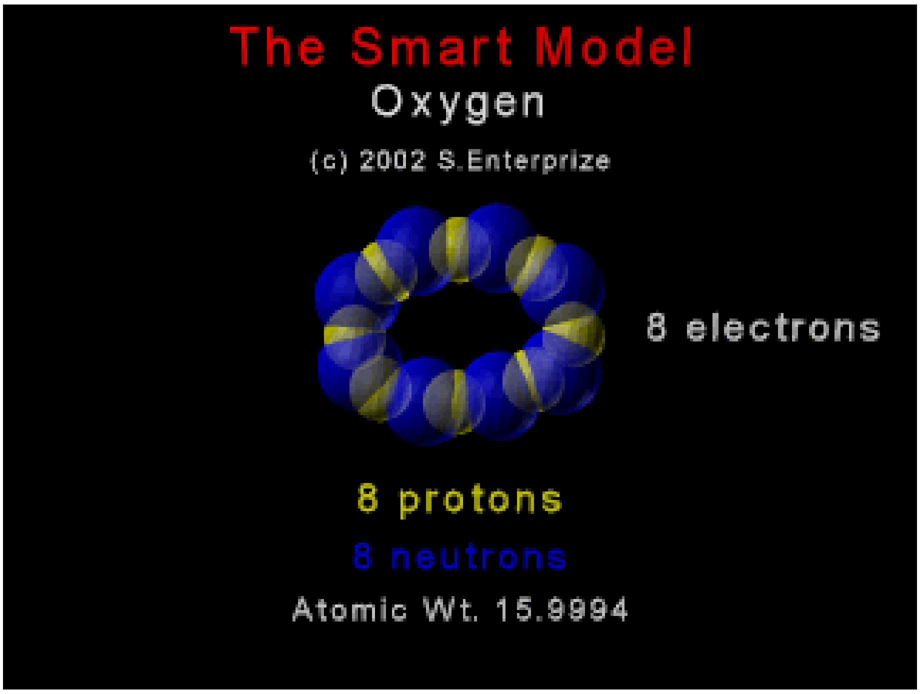

Smart Model Electron
(c)(d) Copyright S. Enterprize Co
All Rights Reserved
1998-2001
avg. radius = 3.0E-15m


The Smart Model
External Oxygen Field
(c) 2002 S. Enterprize


(Photo-Electric Effect)
(c) 2001 S. Enterprize Co.
EM sub-sub- Fluid Field
Photon
Smart HSF Atom


Smart Model
Hydrogen
(C)(D)1991-2001 S.Enterprize Co
All Rights Reserved
Protron
Neutrino
Electron
Atomic Weight = 1.0079
Atomic Number = 1
(avg. size) radius = 3.0E-12m
Various Views and cutaways
HSF EM sub-sub field
Pulsating for Line Spectra


Basic Internal View Of Neutrino
According To Smart Theories
(c) 2000 S. Enterprize Co.
<--- External Helix
Spiral Field
AITOC
Sub-Neutrino
Internal Helix Field
Compressed
Sub-Sub-Particle
Field Barrier
OTIC
Sub-Neutrino
ITOC
Sub-Neutrino
Each Internal Sub-Particle predicted
by the Smart Theories, for neutral
particles, has this basic interior design
similar to "pipe" coupling fittings...



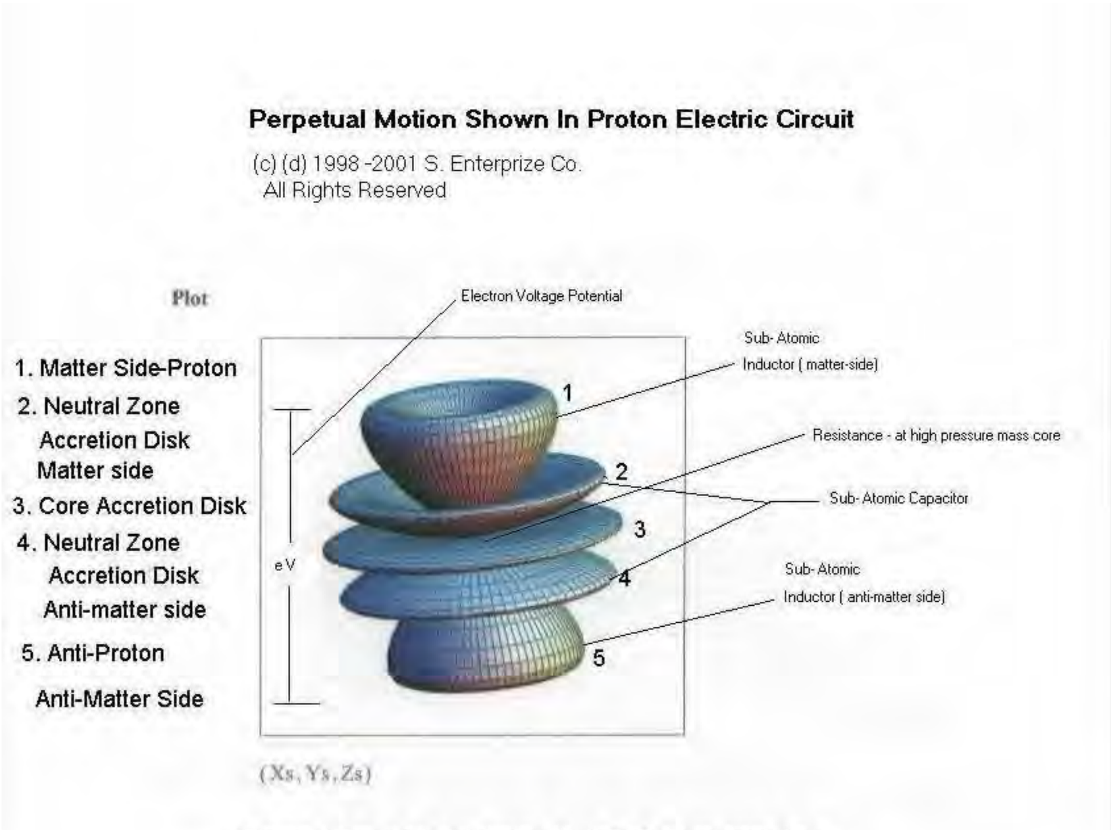


Figure 1 Smart Model Proton MathCAD Representation

(With Sub-Atomic Circuit)

في حين كانت معلوماتهم عن نواة الذرة ما تزال بدائية
لا تختلف كثيرا عن الصورة التي وضعها راذرفورد قبل ذلك بعشرين عاما
و لم يكن بعد معروف عنها كونها تحمل شحنات موجبة تساوي عدد الالكترونات التي تدور حولها
و بأن النواة تحتوي علي البروتونات
و بأن البروتونات هي نوي ذرات الهيدروجين الموجبة الشحنة

و لكن
في سنة ١٩٣٢
حدث اكتشاف ضخم له قيمته
ألا و هو اكتشاف جسيم جديد له كتلة البروتون تقريبا
و لكن لا يحمل أية شحنة كهربائية
و لهذا سمي بالنيوترون

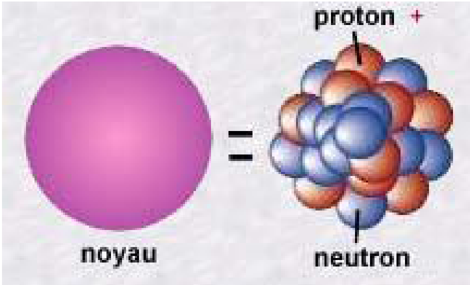
و حيث أن النيوترون قد نتج من ضرب نوي بعض العناصر بجسيمات ألفا
فقد ظهر أنه لابد أن يكون له دور في تركيب النواة
و سرعان ما وضع العالم الألماني هيزنبرج صورة في (سنة ١٩٣٤) لتركيب النواة
علي أنها تتكون من بروتونات و نيوترونات متماسكة ببعضها بقوي نواوية كبيرة
و أن مجموع وزن البروتونات و النيوترونات يعطينا وزن الذرة
كما أن عدد البروتونات يحدد نوع نواة العنصر
فنواة فيها بروتون واحد فقط هي نواة الهيدروجين
و إذا أضيف إليها نيوترون فهي حالة
و في حالة نيوترونين تكون حالة أخري
إلا أنها في هذه الحالات جميعا نواة هيدروجين
و لكنه هيدروجين ثقيل
إذ أن وزن ذرته قد زاد
و كذلك الحال في بقية العناصر الأخرى

و طبيعي أن لكل من هذه الذرات من الهيدروجين – التي تسمي بالنظائر – إلكترون واحد يدور حولها
و نظرا لعدم وجود شحنة علي النيوترون
فمن السهل ضرب نوى الذرات به
و لذا فقد أجريت – و مازالت حتى الآن – آلاف التجارب بضرب النوى بالنيوترونات
و إحداث نظائر جديدة معظمها غير ثابت
أي سرعان ما ينهار بناء نواته فيقذف إلي الخارج بجسيمات إشعاعية تتحول بعدها إلي نواة مستقرة

و لكن هذا الانتصار الجزئي ليس كاف
فقد عرفنا أن النواة تتركب من بروتونات و نيوترونات
و أنه من السهل تغيير عدد النيوترونات في النواة عمليا
فينتج نظائر مشعة جديدة
تقذف بجسيمات ألفا (التي هي عبارة عن نواة ذرة الهليوم آي ٢ بروتون + ٢ نيوترون)
أو جسيمات بيتا السالبة (و هي إلكترونات)
أو أشعة جاما (و هي كالضوء)

و لكن كيف توجد البروتونات و النيوترونات معا في النواة ؟

دورة الأعداد النووي
للمجاهدين
الرايات السود



أيمكننا مثلا أن نشبه النواة بقطرة السائل التي تكون فيها الجزيئات متلاصقة دون فراغ ؟
أو هل يمكن أن تكون كمجموعة من السدم أو النجوم تقترب من بعضها في أماكن و تبعد في أماكن أخري ؟

للإجابة علي ذلك تحتم علينا أن نعين كثافة نوي العناصر المختلفة
فإن كانت الكثافة ثابتة فيها كلها
فإن ذلك يعني أن البروتونات و النيوترونات ملتصقة ببعضها كجزيئات السائل

أما إذا لم تكن ثابتة
فإنها تكون أشبه بمجموعة النجوم
و في الاستطاعة عمليا تعيين وزن و حجم النواة
و بالتالي تعيين كثافتها
فوجد أن الكثافة ثابتة لجميع النوى

لذا فإننا نستطيع تشبيه نواة عنصر بقطرة سائل
و لعلنا جميعا نلاحظ أنه إذا كانت لدينا قطرة صغيرة من سائل فإنها تكون كروية الشكل
و ذلك لوجود قوة التوتر السطحي علي سطح السائل
و هذه القوة تعمل علي جعل سطح القطرة أصغر ما يمكن و لذلك تأخذ الشكل الكروي

و إذا يجب علينا أن نفرض نفس الشئ في حالة نوي الذرات
آي أن القوي السطحية تعمل علي أن تكون هذه النوى كروية الشكل
و لكن هناك فرق بين قطرة من السائل و نواة الذرة
لا يجب أن يغيب عن بالنا
و هو أن جزيئات السائل لا تحمل شحنات كهربية
في حين أن مكونات النواة بروتونات تحمل نفس الشحنات الكهربية
و لذا فإنها تتنافر فيما بينها

و عندما أكتشف العالم الألماني أوتوهان ظاهرة الأنشطار النووي
التي نتج عنه طاقة هائلة فتحت آفاقا كبيرة أمام التطور الاقتصادي الهائل في المستقبل

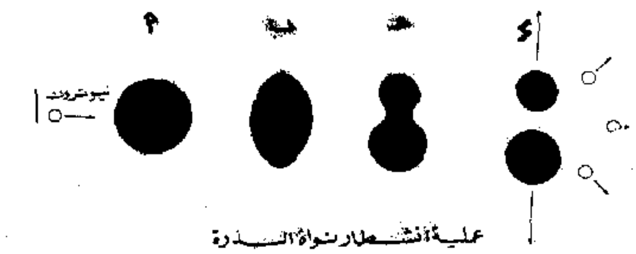
اقترح العالمان ميتز و فريش
أمكان تفسير هذه الظاهرة
علي أساس نظرية تمثيل النواة بقطرة السائل

و قد وضع تفصيل هذه النظرية علي أساس رياضي
العالم نيلز بوهر
(و هو الذي وضع النظرية الذرية الأولي في سنة ١٩١٣)
مع العالم الأمريكي هويلر

و لنفهم النظرية
دعنا نتأمل في الطريقة التي تنقسم بها قطرة من سائل إلي قطرتين صغيرتين بتأثير قوة خارجية عليها

إذا كونا قطرة صغيرة من سائل

فإننا نلاحظ أن هذه القطرة ستكون كروية الشكل "أ"
(أنظر شكل "١")
و عندما تؤثر عليها قوة خارجية
سيتحور شكلها إلي الصورة "ب"
(آي ستصبح ذات شكل بيضاوي)
فإذا توقفت القوة الخارجية الآن عن التأثير
فإن قوة التوتر السطحي سترجع بالقطرة إلي شكلها الكروي الأصلي "أ"
أما إذا استمرت القوة في التأثير فإن التحوير سيزداد و تأخذ القطرة الشكل "ج"
و حينئذ يصبح من المستبعد أن ترجع القطرة ثانية إلي الوضع البيضاوي "ب"
و لكنها ستمضي إلي الحالة "د"
فتنقسم إلي شطرين
مع احتمال انتثار بعض قطيرات صغيرة
من أثر عملية الانقسام النهائي التي تتم بعد شد و جذب في الجزء الدقيق الذي يصل بين نصفي القطرة
هذا هو ما يحدث لقطرة السائل عند انقسامها بتأثير شد و جذب



شكل رقم (١)

و ما يحدث للنواة لا يختلف كثيرا عن ذلك

فعند قذف نواة ذرة بنيوترون مثلا

تحدث الإصابة بعض تذبذبات في سطح النواة

(كما يحدث لقطرة السائل)

و في خلال عملية التذبذب هذه قد يصبح شكل النواة بيضاويا مثل "ب"

فإذا كانت الطاقة المكتسبة غير كافية لكي تنتقل بالنواة إلي الحالة "ج"

فإن قوة التجاذب بين مكونات النواة ترجع بها إلي شكلها الكروي الأصلي

و تتخلص النواة من هذه الطاقة الزائدة بقذف جسيم آخر (أو أشعة جاما) إلي الخارج راجعة بذلك إلي حالة الاستقرار

و لكن إذا كانت الطاقة التي اكتسبتها القطرة كبيرة فإنها تنتقل إلي الحالة المماثلة بالشكل "ج"

و حينئذ يصبح رجوعها ثانية إلي الشكل الكروي الأصلي غير محتمل

و ذلك بسبب التنافر بين البروتونات (المشحونة بنفس الكهرباء الموجبة) الموجودة في كلا من نصفي النواة

مما يعجل بإنشطارها إلي قسمين

و يجب علينا أن نذكر أن عملية الانقسام هذه

تحدث فقط إذا كانت كتلة النواة الأصلية أكبر من كتلتي النواتين الناتجتين من الأنشطار

و إذا لشطر نواة

يلزمنا قدر من الطاقة

يكفي

لتحوير النواة من الشكل الكروي إلي الشكل ذي الاختناق "ج"

و يسمي هذا القدر من الطاقة بالطاقة الحرجة للأنشطار

و لعله من الواضح أنه إذا تحررت النواة من الشكل الكروي إلي الشكل البيضاوي

فإن التنافر بين البروتونات الموجودة في جانبي القطرة

يسهل زيادة التحوير في شكلها إلي الشكل "ج" [١]

و بذلك يكون الأنشطار سهلا كلما زاد عدد الشحنات الموجودة في كلا من الجزئيين

أو – و هو نفس الشئ – كلما زادت الشحنة " ك " علي النواة الأصلية

و تكون قوة التنافر متناسبة مع " ك تربيع "

و في نفس الوقت تكون قوة التجاذب أو الترابط بين مكونات النواة

– و هي التي تجمع بينها في شكل كرة –

متناسبة مع عدد المكونات " ع "

و إذا نستطيع أن نقول

مع بوهر و هويلر

أن سهولة الأنشطار

تتوقف علي قيامة المعامل " ك تربيع ÷ ع "

فكلما زادت قيمة هذا المعامل لنواة معينة

كلما قلت قيمة الطاقة اللازمة لأحداث الأنشطار

و قد أثبت بوهر و هويلر أنه زادت قيمة هذا المعامل عن ٤٥

فإن النواة لا تكاد تصبح في حاجة إلي الطاقة كي تنشطر و

أن آي تحوير بسيط يحدث في شكلها يكفي فورا لشطرها إلي نصفين

و لعلنا نذكر قيمة المعامل " ك تربيع ÷ ع "

لبعض النوى المعروفة في المفاعلات الذرية

فلنواة اليورانيوم ٢٣٥ يكون " ك تربيع ÷ ع = ٣٦ "

و لنواة البلوتونيوم ٢٣٩ يكون " ك تربيع ÷ ع = ٣٧ "

كان شرح ظاهرة الأنشطار النووي

علي أساس نظرية قطرة السائل

نجاحا كبيرا لهذه النظرية دعم من قوتها العلمية

و لكن بعد الحرب العالمية الثانية

(حوالي ١٩٥٠)

ظهرت نظرية أخري لتركيب نواة الذرة

علي أيدي

العالمة الأمريكية ماريا ماير و العالم الألماني ينسن

و تسمي هذه النظرية بنظرية التركيب القشري للنواة

فقد لاحظنا في صدر هذا الدرس

عند كلامنا عن التركيب القشري للإلكترونات التي تدور حول النواة

أن المواد التي تشتغل كل الكتروناتها عددا كاملا من القشور

أو بعبارة أخري تلك التي تبلغ أعداد إلكتروناتها (و هي تسمي بالأعداد الذرية)
٢،١٠،١٨،٣٦،٥٤

و هي علي التوالي غازات الهليوم – نيون – أرجون - كريبتون – زينون

تمتاز بثبات كبير و عدم إتحاد مع غيرها من العناصر

فإذا ما تركنا الإلكترونات

و دخلنا في النواة

فأننا نذكر أن كل نواة تتميز برقمين هما عدد البروتونات و النيوترونات المكونة للنواة

و سبق أن ذكرنا أنه إذا أتحد عدد معين من البروتونات بأعداد مختلفة من النيوترونات فإنه ينتج لنا نظائر مختلفة من نفس العنصر

بعض هذه مستقرة

و الأخرى تتحلل بأن ترسل إلي الخارج إشعاعات نووية

متحولة بذلك إلي نظير أو عنصر أخر

و كما أننا نلاحظ أن الأعداد الذرية للغازات أو المواد الثابتة التركيب في حالة الإلكترونات

– و هي الأعداد المذكورة أعلاه –

هي أعداد زوجية

فقد لوحظ أيضا أن كل النظائر الثابتة تقريبا تحوى أعدادا زوجية من كل من البروتونات و النيوترونات

و من ضمن هذه الأعداد الزوجية وجدت أعدادا إذا أحتوت النواة علي إحداها من البروتونات أو النيوترونات فأنها تمتاز بثبات و استقرار قويين

و هذه الأعداد التي سميت بالأعداد السحرية هي ٢،٨،٢٠،٢٨،٥٠،٨٢،١٢٦

ففيما يختص بالعدد ٢

نلاحظ أن نواة الهليوم و هي تحوي بروتونين و نيوترونين من أكثر النوى المعروفة استقرارا

و كذلك الأكسيجين الذي له ٨ بروتونات ، و ٨ نيوترونات

و كذلك الكالسيوم و له ٢٠ بروتونا ،

و يكفي للدلالة علي شدة الاستقرار و الترابط في هذه الأنوية أن نلاحظ أن لها ٦ نظائر ثابتة

تحتوي أعدادا من النيوترونات تتراوح بين ٢٠،٢٨

و هذا عدد كبير من التجمعات في النيوترونات بالنسبة لصغر حجم النواة

و لكنه يدل دلالة قاطعة علي قوة التماسك في النواة

و من المعلوم أن الفرق بين أوزان مكونات نواة

قبل أن تتحد مع بعضها

و بعد اتحادها

هو مقياس لقوي الترابط في النواة

و عند قياس قوي الترابط هذه للنوى المختلفة

وجد أن قوي الترابط في النوى التي تحتوي أعدادا سحرية من البروتونات أو النيوترونات

هي أكبر من قيمتها فيما يجاورها من نوي

و دليل آخر علي قوة الترابط هذه

هي وفرة وجود العناصر في الطبيعة

إذ أنه من الطبيعي الفرض بأن أكثر العناصر توافرا في الطبيعة و بقاء علي مر السنين هي أكثرها ثباتا

و إذا ما نظرنا الآن إلي العدد السحري ٥٠ وجدنا أن القصدير و تحتوي نواته علي ٥٠ بروتونا و له عشرة نظائر ثابتة

و هي أكبر عدد من النظائر لأي عنصر أخر

و كذلك يتوافر القصدير أكثر من آي عنصر يجاوره في جدول العناصر

و لعل العدد ٨٢ أكثر الأعداد مدعاة للعجب

فهناك سبع عناصر مختلفة تحتوي كل منها ٨٢ نيوترونا

فنظير الباريوم الذي يحتوي ٨٢ نيوترونا يكون 72% من المتوفر في الطبيعة من هذا العنصر

و نظير مادة السيزيوم الذي تحتوي نواته 82 نيوترونا يمثل ٨٨% من المتوفر من هذا العنصر أيضا

و أخيرا و ليس أخرا

فالرصاص و هو الذي تنتهي إليه جميع المواد المشعة و تقف عن إشعاعها عندما تصل إليه تحتوي نواته علي ٨٢ بروتونا

.

و قد أثبتت التجارب علي أن نوي العناصر التي تحتوي ٥٠ أو ٨٢ أو ١٢٦ نيوترونا

لا تحب أن تمسك بنيوترون إذا مر بها أو أقترب منها

و احتمال قبولها لنيوترون واحد يقل بحوالي عشر مرات عن احتمال قبول النوى التي تجاورها أو تماثلها في الوزن للنيوترونات

و هناك أدلة كبيرة غير هذه تؤيد و تزيد من قوة التركيب القشري للنواة و وجود الأعداد السحرية

و أنه لمن العجب حقا ما تظهره لنا هذه الحقائق من أن لكل من البروتونات و النيوترونات كيان منفرد

كل مستقل عن الأخر

عكس ما كنا نتوقعه من تأثير القوي النووية التي تربط بين مكوناتها

و فسر لنا هذا النظام القشري للنواة

حقائق لا حصر

لها أظهرتها التجارب

بحيث يعتبر بعض العلماء هذا الاكتشاف بأنه أعظم عمل علمي ظهر بعد الحرب العالمية الثانية

و طبعا كما قد يبدو لنا

ليس من السهل شرح ظاهرة الأنشطار النووي علي هذا الأساس

و هكذا خلال التطورات الحاسمة العظيمة

لبثت نظرية قطرة السائل منزوية قليلا

و إن لم تختف تماما

بل ظلت دائما مقرونة بظاهرة الأنشطار النووي

و كان لابد من إيجاد صورة أو طريقة للربط بين هاتين النظريتين أو الصورتين و تجمع بين مميزاتهما

و هكذا كان

فقد نجح العالم الشاب أوجي بوهر

– و هو نجل العالم الدنمركي نيلز بوهر واضع الصورة الأولي للذرة في سنة ١٩١٣ –

في وضع نظريته عن الحركة الجماعية للنواة

بأن أسبغ علي النواة ذات القشور المليئة بالنيوترونات و البروتونات حركة جماعية دورانية

بحيث يصبح سطح النواة الخارجي مشابه لسطح سائل في قابليته للاهتزاز و التذبذب

و يمكن تشبيه النواة في هذه النظرية

ببيضة تدار علي مائدة مثلا

وهي مرتكزة حول أحد طرفيها

إذا درسنا حركة السائل داخل البيضة

فإننا سنجد أن السائل لا يدور مع القشرة

بل أنه يتحرك فقط في الاتجاه الداخلي و الخارجي عمودي عل القشرة

و كذلك النواة

في هذه النظرية

يتحرك ما بداخلها بنفس الطريقة

و لكن سطحها – و هو ليس في صلابة قشرة البيضة – مرن و له حركة دورانية

و يتعرض لضغط من داخل النواة نتيجة لهذا الدوران

آي أن ما يدور فقط هو الجزء الخارجي من النواة فقط

و يتعرض هذا الجزء لضغط من الأجزاء الداخلية للنواة التي تتحرك من الداخل إلي الخارج و بالعكس

و بذا يتحور شكل النواة و يصبح لسطحها قابلية التذبذب و التحرك تحت هذا الضغط

و بذا تصبح مشابهة لحركة قطرة السائل

و نستطيع تصور ظاهرة الأنشطار علي أساس هذه الحركة الجماعية التي فرضت للنواة

و هذه الأخيرة لها ما يزال تركيبها القشري الملئ بالبروتونات و النيوترونات التي تشغله

\\
//

أشكال إيضاحية
=========

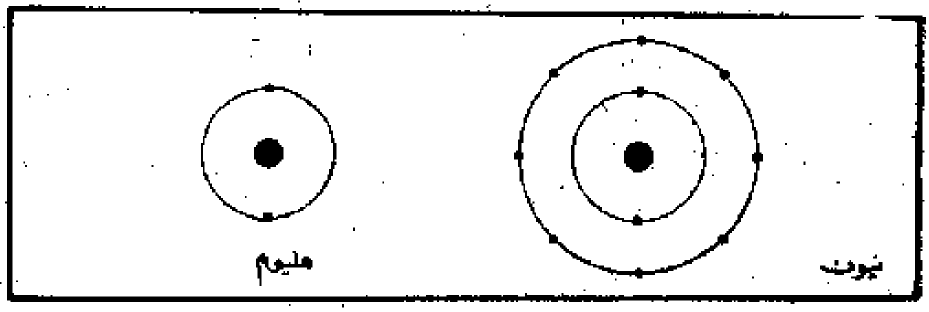
الشكل الأول

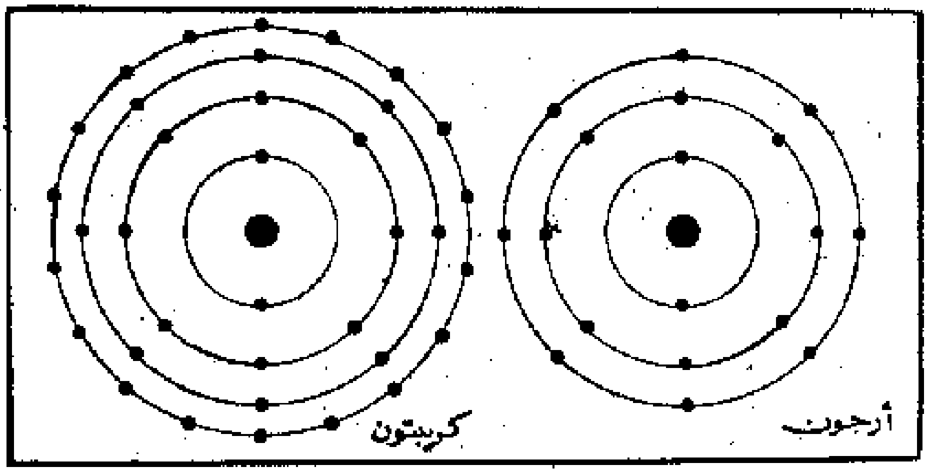
==========

تتركب الذرة من جسيم ثقيل (النواة) يحمل عددا من الشحنات الموجبة
و يدور حولها عدد من الإلكترونات (ذات الشحنة السالبة)
مساو لعدد الشحنات الموجبة علي النواة
و تدور هذه الإلكترونات حول النواة في مسارات ثابتة
أو سطوح قشرية تحيط بالنواة
و تستلزم النظرية الذرية ألا تحمل القشرة الأولي سوي إلكترونين فقط
أما القشرة الثانية فتحمل ثمانية إلكترونات ... و هكذا

و إذا ملئت هذا القشور بالإلكترونات فإن الذرات تصبح ثابتة لا تتحد بغيرها من ذرات العناصر الأخرى

و نري في الشكلين بأسفل
صورا لبعض الذرات التي تمتلئ قشورها بالإلكترونات تماما
و لذا فهي تتميز بثبات و استقرار كبيرين
و هذه الذرات هي ذرات الهليوم و النيون و الأرجون و الكريبتون.



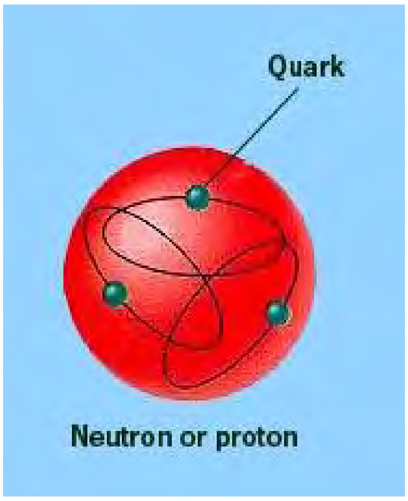


الشكل الثاني

========

تتكون نواة الذرة
– و هي التي تدور حولها الإلكترونات –
من نوعين من الجسيمات
هما بروتونات و نيوترونات

الأولي تحمل شحنات كهربية موجبة
و الأخيرة لا تحمل شحنات كهربية

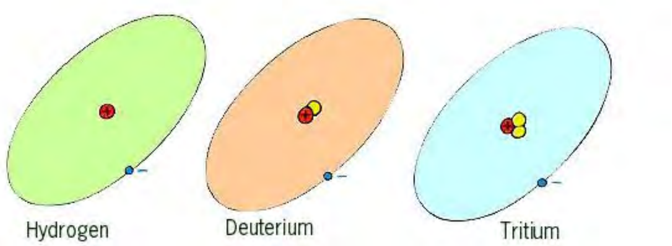


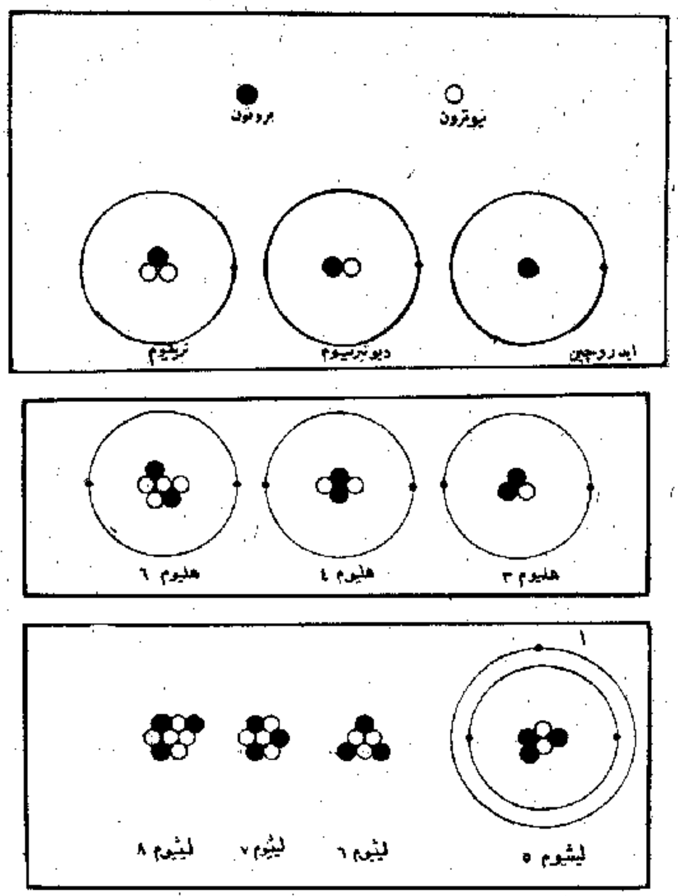
كذلك تتكون النيوترونات و البروتونات من جسيات أصغر هي الكواركات

و تختلف ذرة عنصر ما عن ذرة عنصر آخر
.بعدد ما في نواة كل من بروتونات (دون نيوترونات)
فإذا كانت النواة تحتوي علي بروتون واحد فهي نواة الهيدروجين
مهما كان عدد النيوترونات المصاحب لهذا البروتون
و نري في الشكل الأول ثلاث ذرات للهيدروجين (تسمي نظائر الهيدروجين)
و تختلف عن بعضها فقط في الوزن
و لكن لها جميعا نفس الخواص الكيميائية
و يمكن تكوين هذه النظائر بقذف نواة الذرة بجسيمات النيوترونات
و هي ممثلة بدوائر بيضاء
فيلتصق بعضها بالنواة
و بعض هذه النظائر غير ثابتة
آي سرعان ما تنطرد النيوترونات الزائدة
راجعة بذلك إلي وضعها الأصلي

و نري في الشكل الثاني ثلاثة نظائر للهليوم
تحتوي كل ذرة منها علي بروتونين
و أعداد مختلفة من النيوترونات
و لذا فهي تختلف في الأوزان و الاستقرار فقط

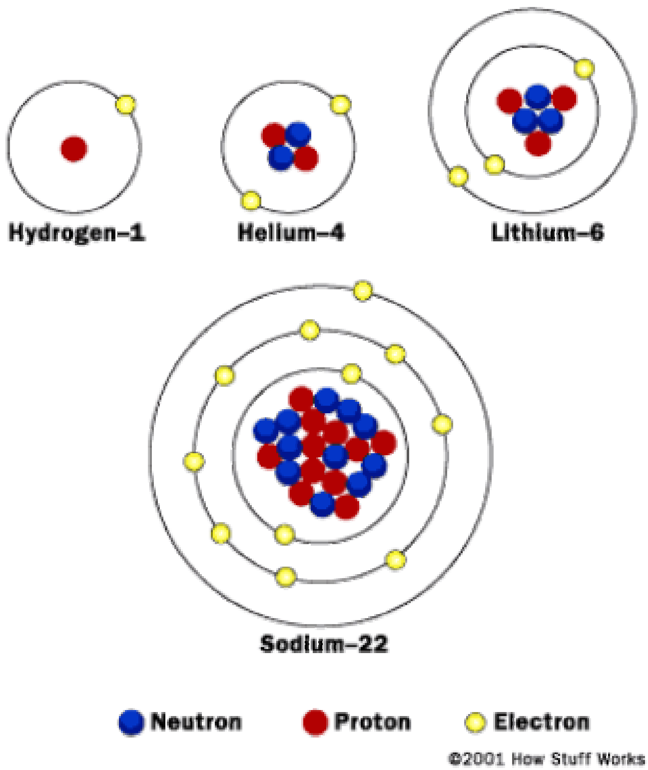
و يوضح الشكل الثالث أيضا
بعض أمثلة لذرات عنصر الليثيوم
و تحتوي كل منها علي ثلاث بروتونات فقط مع أعداد مختلفة من النيوترونات





(شكل ٢)

Isotopes of Hydrogen, Helium, Lithium and Sodium



الشكل الثالث

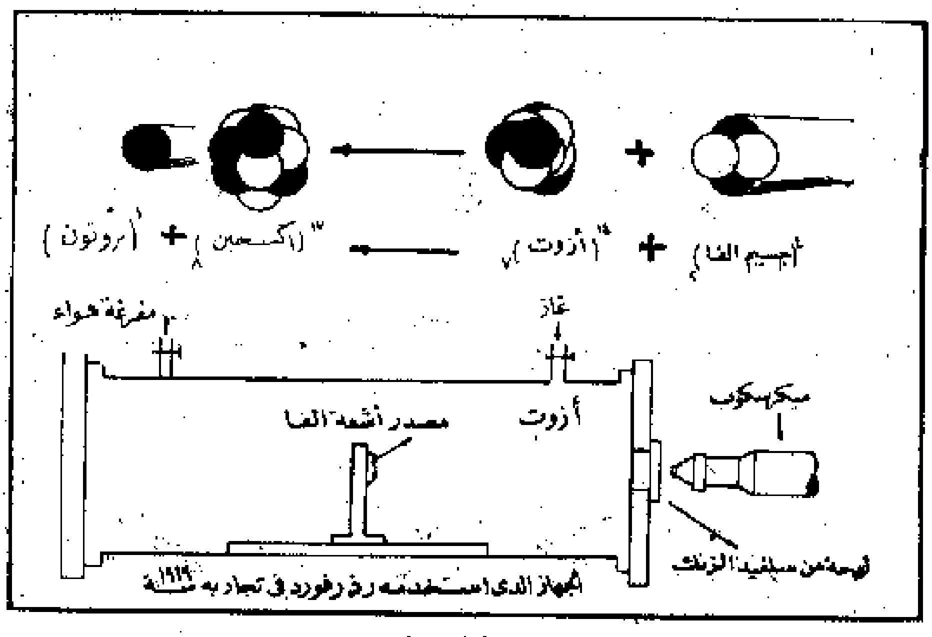
========

نري في الشكل بأسفل
تمثيلا لأول تجربة أجريت في تحويل عنصر إلي عنصر آخر
بضرب نواته بجسيمات صغيرة تلتحم به و تغير عدد ما به من بروتونات
آي تحوله إلي عنصر آخر

و كان اللورد راذرفورد
هو الذي قام بهذه التجربة في سنة ١٩١٩
إذ قذف نواة النيتروجين بجسيم ألفا (الذي يتكون من ٢ بروتون 2 + نيوترون)
فتحولت إلي نواة الأكسيجين بأن ضمت إليها نيوترونين و بروتون واحد من جسيم ألفا تاركة البروتون الآخر

و يبين العدد المذكور في أعلي " أسم " العنصر علي اليمين وزن النواة
في حين يبين العدد المبين علي اليسار إلي أسفل عدد البروتونات
و نري في أسفل الصورة الجهاز البسيط الذي أستخدمه راذرفورد في تجربته هذه

و كان غاز النيتروجين يملأ الجهاز
و تصطدم جسيمات ألفا المنبعثة من الوسط بنوى الغاز محدثة التحول النووي المذكور
و يشاهد هذا التحول من التوهجات التي تظهر علي لوحة كبريتيد الزنك



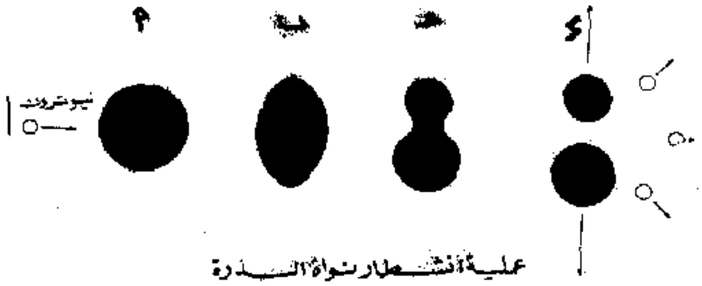
(شكل ٣)

شكل رقم (٤)

==========

نري في الشكل أدناه
التطورات التي تحدث في قطرة من سائل

(أو نواة ذرة)
عند إثارتها لكي تنقسم إلي قطرتين
و بعض الرذاذ الدقيق
عند إثارة القطرة تصبح بيضاوية الشكل "ب"
فإذا استمرت الإثارة تتحول القطرة (أو النواة)* إلي كرتين صغيرتين متصلتين بعنق صغير "ج"
ثم يتم الانقسام بعد ذلك علي الصورة المبينة في " د "



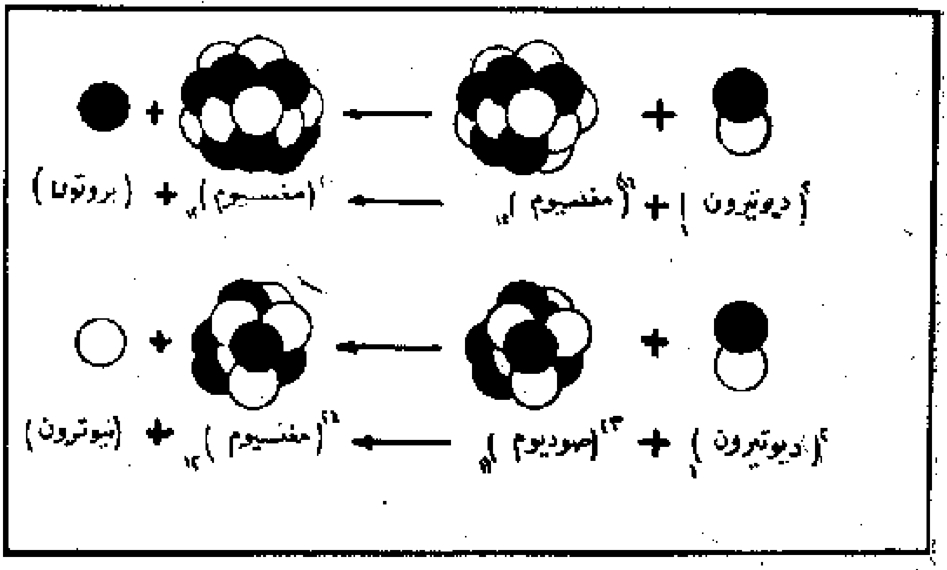
\\\
//

شكل رقم (٥) ، (٦)

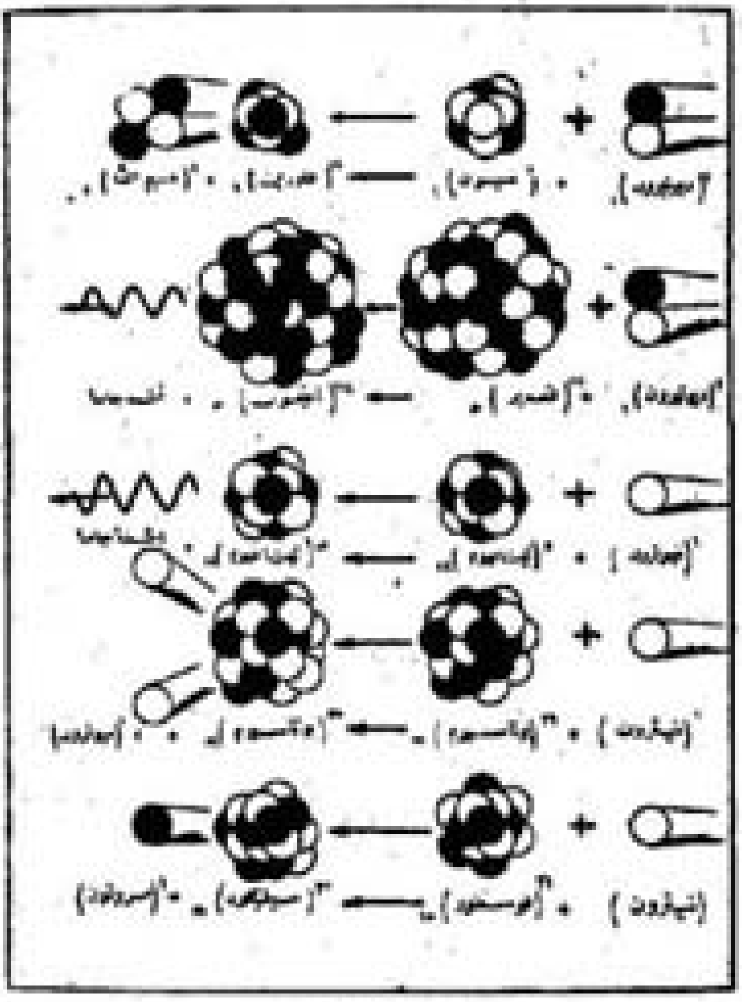
=============

نرى في الشكلين (٥،٦)
بعض أمثلة التفاعلات النووية
التي تقذف فيها النواة بجسيمات صغيرة مختلفة
فيتغير تركيبها
و ينتج من هذا التفاعلات جسيمات مختلفة بروتونات و نيوترونات أو أشعة جاما

و هذه التفاعلات – فضلا عن استحداثها لمواد مشعة –
تمكننا من دراسة و تفهم القوي الموجودة في النواة


(بروتونا) + (مغنسيوم) ← (مغنسيوم) + (ديوتيرون)
(نيوترون) + (مغنسيوم) ← (صوديوم) + (ديوتيرون)

شكل (٥)



(شكل ٦)

هوامش الدرس

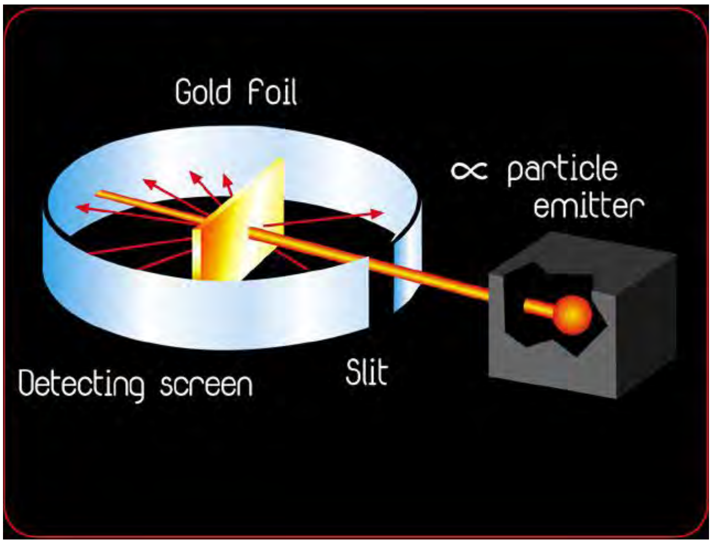
[1]

ذلك لأنه من المعروف أن تركيز الشحنات علي السطح يكون أكبر في الأماكن التي تقل عنها قيمة نصف قطر التكور ؛ آي أنه في الشكل البيضاوي تتركز الشحنات في طرفي القطرة حيث انحناء السطح كبير عند هذين الطرفين

(الدرس الثاني)

فيزياء فيرمي

كان العالم فيرمي (Enrico Fermi)
في العام ١٩٣٤
يقوم ببعض التجارب للحصول على نظائر العناصر عن طريق قذف النوى بالنيوترونات



وعندما وصل إلى عنصر اليورانيوم
(العنصر الأخير في الجدول الدوري في ذلك الوقت)
توقع أن قذف العنصر بالنيوترونات سيؤدي إلى وجود نواة غير مستقرة تقوم بإطلاق جسيمات بيتا
وبالتالي ازدياد العدد الذري من ٩٢ إلى ٩٣
و إنتاج عنصر جديد في الجدول الدوري
ولكنه لم يحصل على ما توقعه ولم يستطع التعّرف على نواتج التفاعل

واستمرت الأبحاث والدراسات من العام ١٩٣٥ إلى العام ١٩٣٨
حيث قام عالم كيميائي ألماني يسمى إدا نوداك (Ida Noddack)

بالتعرف على نواتج التفاعل
وأوضح أن نواة اليورانيوم انشطرت إلى نواتين متوسطتي الكتلة
وقد أكدت الدراسات صحة ما افترضه هذا العالم

وبذلك يكون الأنشطار النووي
"انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتي الكتلة ، وإنتاج كميات هائلة من الطاقة نتيجة تفاعل نووي"

ولإحداث الأنشطار تقذف النواة الثقيلة مثل (يورانيوم ـ ٩٢ /٢٣٥)
بجسيمات خفيفة نسبياً مثل النيوترونات
التي تعد أفضل القذائف لأنها لا تحمل شحنة

ويمكن تمثيل الأنشطار النووي لليورانيوم بصورة عامة بالمعادلة التالية

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow y + Y + {}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

ولا ينتج دائماً نفس نواتج التفاعل إلا أن العدد الذري للأنوية Y , y
يتراوح بين ٣٦ و ٦٠

ومن الإنشطارات الشائعة الحدوث

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{132}_{50}Sn + {}^{101}_{42}Mo + 3\,{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

وفي التفاعلات السابقة
فإن مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل أقل من مجموع كتل المواد الداخلة في التفاعل
مما يؤكد أن هذا التفاعل منتج للطاقة

مثال(١)
حدد كمية الطاقة الناتجة في التفاعل:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

الحل:
كتل المواد الداخلة في التفاعل:
ك النيوترون = ١,٠٠٨٦٦٥ و.ك.ذ
ك اليورانيوم = ٢٣٥,٠٤٣٩٣٣ و.ك.ذ

ك النيوترون + ك اليورانيوم = ٢٣٦,٠٥٢٥٩٨ و.ك.ذ
كتل المواد الناتجة من التفاعل=
3× ك النيوترون = ٣,٠٢٥٩٩٥ و.ك.ذ
ك الباريوم = ١٤٠,٩١٣٧٤٠ و.ك.ذ
ك الكريبتون = 91.925765 و.ك.ذ

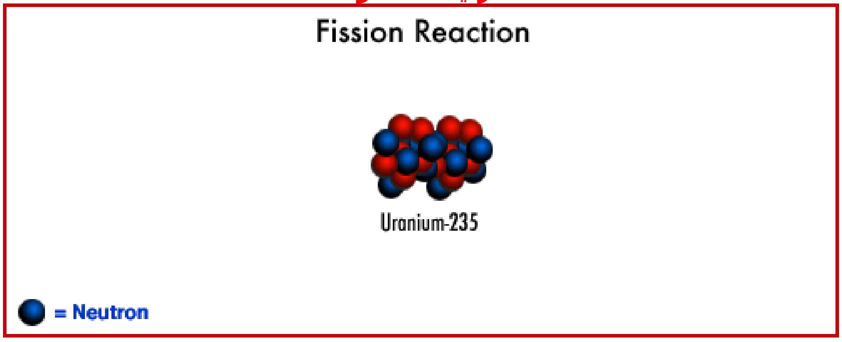
3× ك النيوترون + ك الباريوم + ك الكريبتون = ٢٣٥,٨٦٥٥٠٠ و.ك.ذ

∆ ك = الفرق بين مجموع الكتل الداخلة والناتجة
= 236.052598 - ٢٣٥,٨٦٥٥٠٠
= 0.187098 و.ك.ذ
الطاقة الناتجة = ٠,١٨٧٠٩٨ × ٩٣١ = ١٧٤ مليون إلكترون فولت

وهذا هو مقدار الطاقة الناتجة من انشطار نواة واحدة من اليورانيوم
وهو مقدار هائل وتصل الطاقة الناتجة إلى ٢٠٠ مليون إلكترون فولت
وذلك لأن النوى الناتجة هي نوى مشعة تقوم بإطلاق طاقة تصل إلى ٢٠ مليون إلكترون فولت للوصول إلى مرحلة الاستقرار

ولتفسير ما يحدث أثناء عملية انشطار النواة
افترض العالمان بور ووبلر (Neils Bohr & John Wheeler)
نموذج " قطرة السائل "
ويفترض هذا النموذج تماثلاً بين النواة وبين قطرة سائل مشحونة
حيث تقوم نواة اليورانيوم باصطياد النيوترون وتصبح نواة مستثارة تهتز بعنف مما يؤدي إلى حدوث تغير في شكلها
وفي هذا الشكل الجديد (كما هو موضح) فإن القوى النووية تصبح أضعف مما هي عليه أصلاً ويبدأ تأثير قوى التنافر الكهربائية
حيث تنقسم النواة إلى قسمين
وينتج المزيد من النيوترونات والطاقة الهائلة

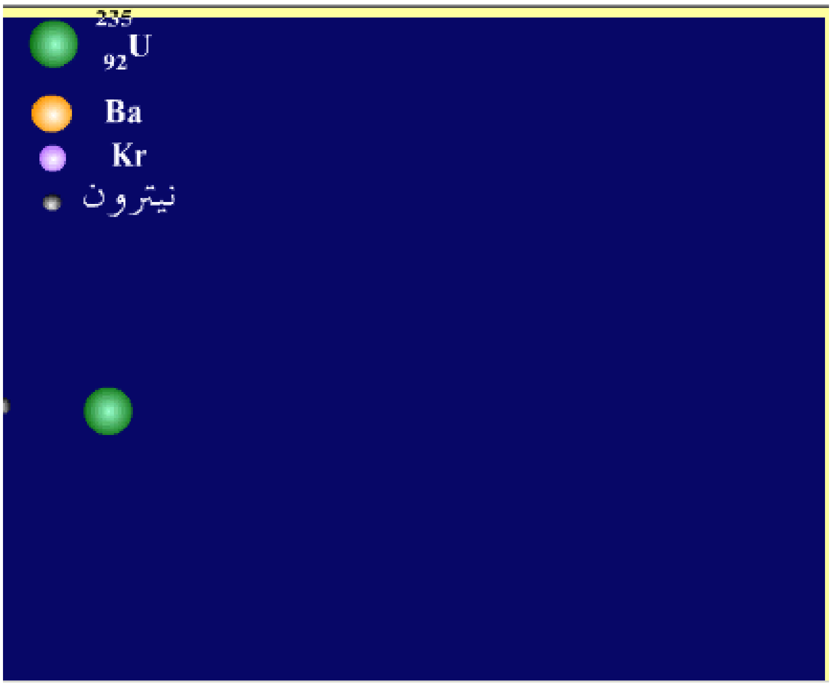
دورة الأعداد النووي
للمجاهدين
الرايات السود



والنيوترونات المسببة للأنشطار هي نيوترونات بطيئة وهي تمتلك أكبر احتمال للاصطدام بالنواة وإحداث التفاعل

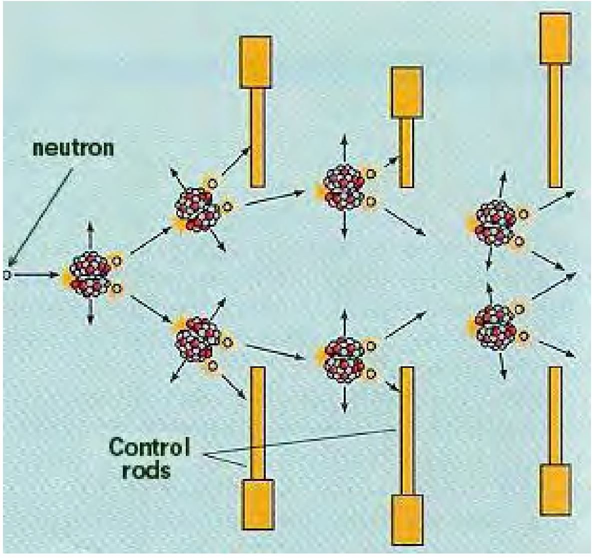
Chain Reaction - التفاعل المتسلسل

**لعلك لاحظت أن انشطار نواة اليورانيوم ـ ٢٣٥ ينتج مجموعة من النيوترونات (اثنين أو ثلاثة)
وأن ما سبب انشطار النواة هو نيوترونات بطيئة
وبذلك يمكن وتحت شروط معينة أن تتسبب النيوترونات الناتجة من التفاعل في مزيد من الإنشطارات المتتالية
والتي تنتج قدراً هائلاً من الطاقة
وهذا ما يعرف بالتفاعل المتسلسل**



**وفي الأسلحة النووية
يتم إحداث تفاعل متسلسل غير متحكم فيه
مما ينتج طاقة هائلة ومدمرة
♦♦♦♦♦♦**

**أما إذا تم التحكم في عدد النيوترونات المشاركة في التفاعل
فإنه يكون بالإمكان التحكم في الطاقة الناتجة
والسيطرة عليها واستغلالها في العديد من الأغراض
وهذا ما يحدث فعلاً في المفاعل النووي**



••ومن المشاكل التي تعترض التفاعل المتسلسل••

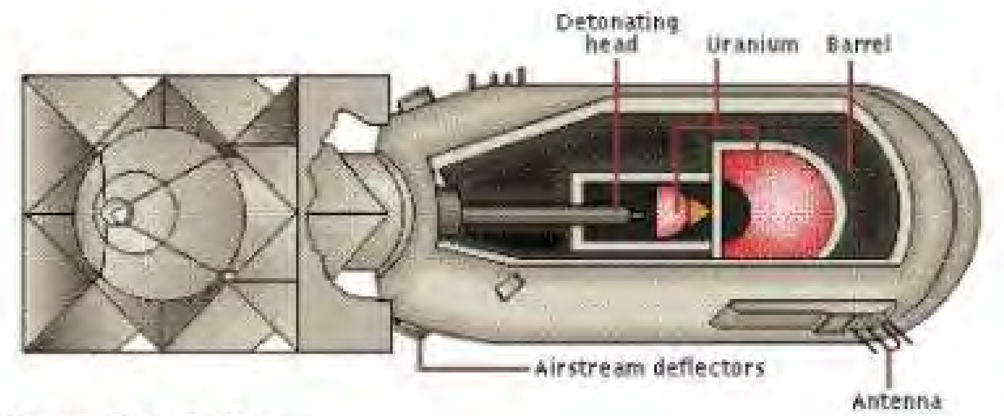
١- إذا كانت كتلة العنصر المستخدم في التفاعل أقل من كتلة معينة تسمى " الكتلة الحرجة" فإن كثير من النيوترونات ستفلت دون التفاعل مع أنوية جديدة .
٢- النيوترونات الناتجة عن الأنشطار هي نيوترونات متوسطة السرعة ، ولذا يلزم تقليل سرعتها حتى تستطيع القيام بعمليات انشطار جديدة .
٣- يحتوي اليورانيوم الطبيعي على ٩٩,٣ % من اليورانيوم (92/238) - والذي يمتص النيوترونات المتوسطة السرعة دون حدوث انشطار، وعلى ٠,٧% من اليورانيوم (٢٣٥/٩٢) اللازم لعملية الأنشطار وللحصول على تفاعل متسلسل في انفجار نووي يلزم زيادة تركيز اليورانيوم (٢٣٥/٩٢) إلى ٥٠% في حين يلزم تركيزه إلى ٣,٦ % في المفاعلات النووية .

♦♦♦القنبلة النووية: Atomic Bomb ♦♦

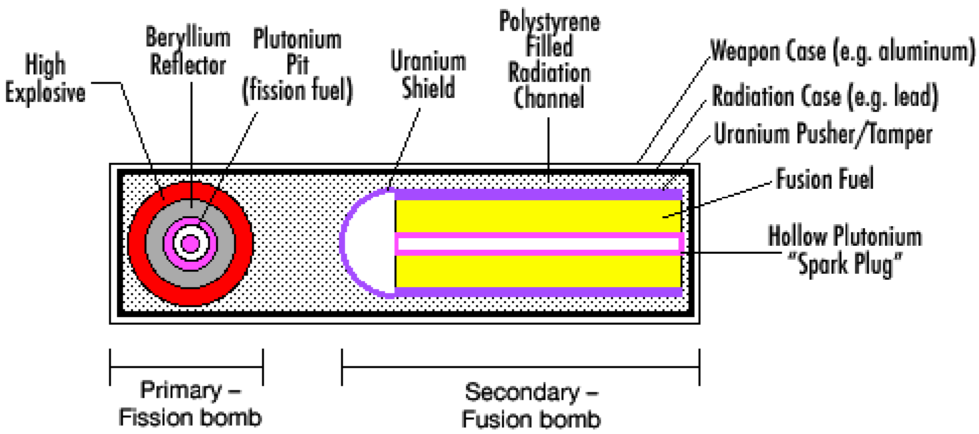
لبناء قنبلة ذرية يلزم أن تكون كتلة اليورانيوم ـ ٢٣٥ مساوية للكتلة الحرجة اللازمة لبدء التفاعل المتسلسل
وقد قامت الولايات المتحدة الأمريكية ببناء أول قنبلة ذرية والتي أطلق عليها " الرجل النحيف "Thin man -

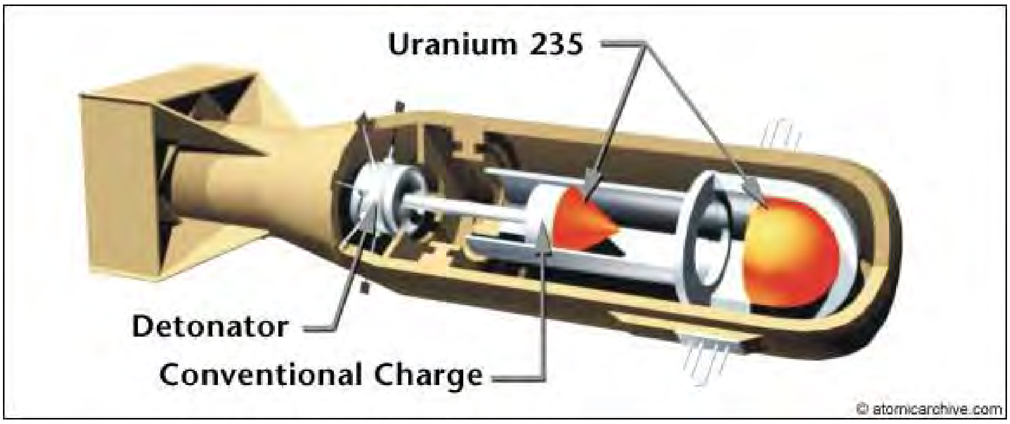


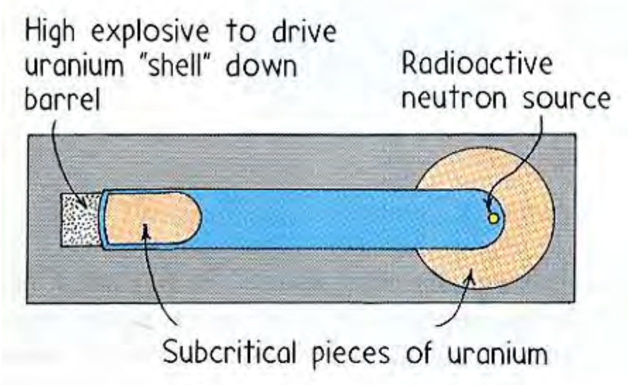
Little Boy. Internet

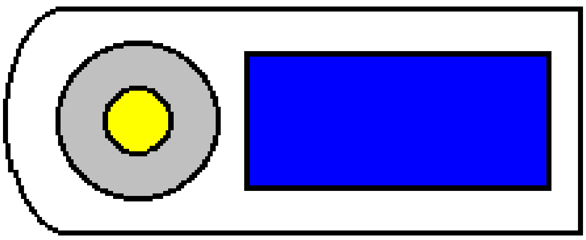


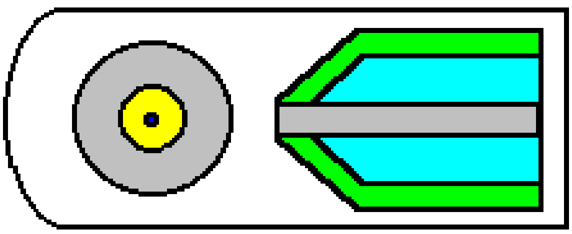
Fission Bomb. Encarta

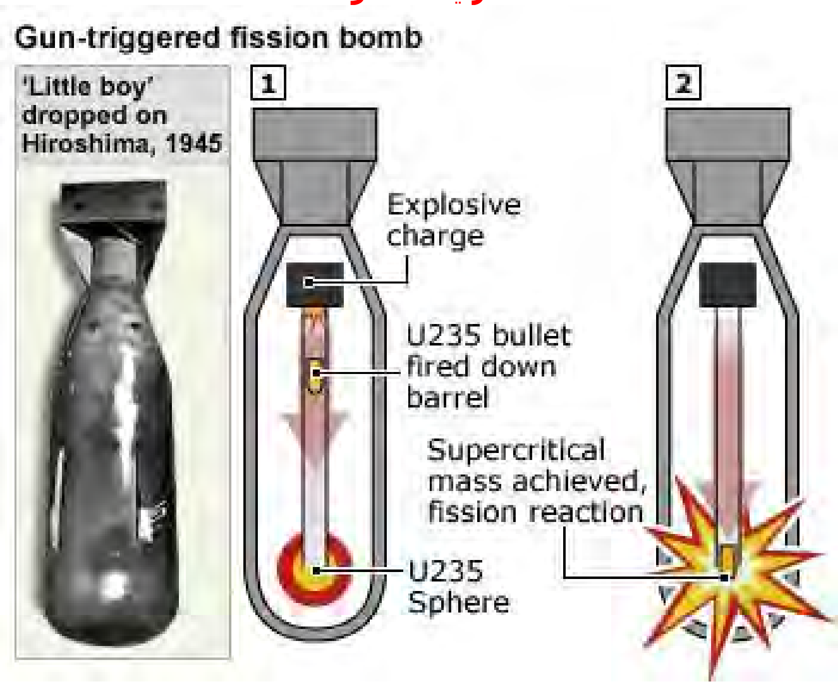

High Explosive
Beryllium Reflector
Plutonium Pit (fission fuel)
Uranium Shield
Polystyrene Filled Radiation Channel
Weapon Case (e.g. aluminum)
Radiation Case (e.g. lead)
Uranium Pusher/Tamper
Fusion Fuel
Hollow Plutonium "Spark Plug"
Primary – Fission bomb
Secondary – Fusion bomb

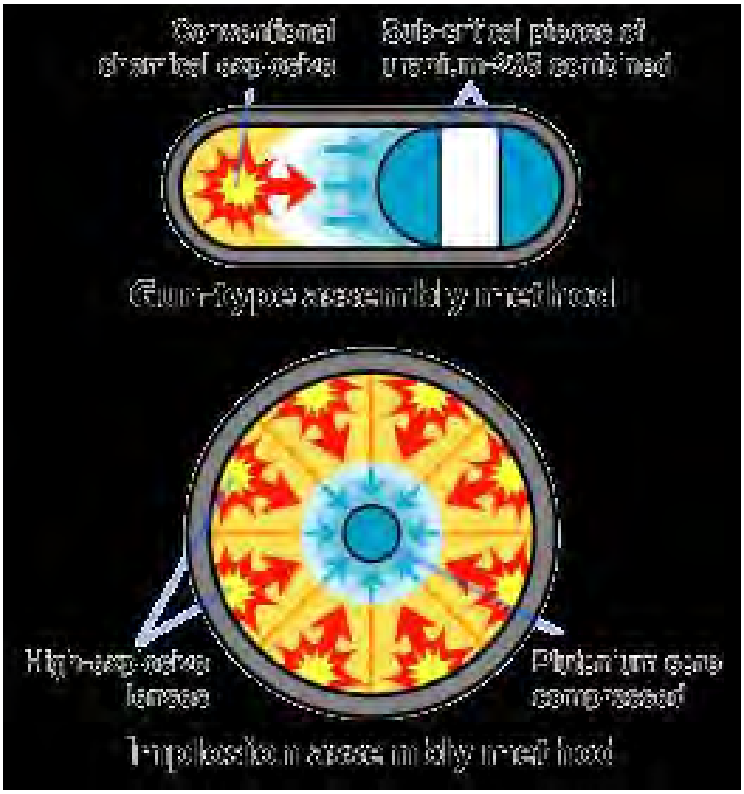

Uranium 235
Detonator
Conventional Charge
© atomicarchive.com


High explosive to drive uranium "shell" down barrel
Radioactive neutron source
Subcritical pieces of uranium





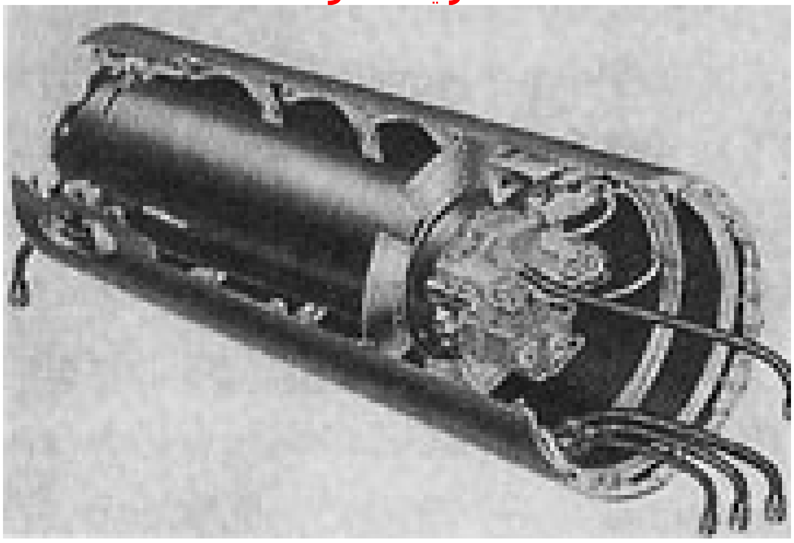

Gun-triggered fission bomb
'Little boy' dropped on Hiroshima, 1945
1
2
Explosive charge
U235 bullet fired down barrel
Supercritical mass achieved, fission reaction
U235 Sphere


Conventional chemical explosive
Sub-critical pieces of uranium-235 combined
Gun-type assembly method
High-explosive lenses
Plutonium core compressed
Implosion assembly method









وأسقطت على هيروشيما في (٥ آب - أغسطس) ١٩٤٥
وهذا النوع من القنابل يتكون من قطعتين من اليورانيوم
كل منهما كتلته أقل من الكتلة الحرجة
وتُطلق أحداهما (الصغرى) على شكل قذيفة توجه نحو الكبرى وتنتج الكتلة الحرجة اللازمة لبدء التفاعل المتسلسل الذي يقود إلى الانفجار العنيف
ومن الصعوبات التي تواجه صناعة مثل هذه القنبلة

استخلاص اليورانيوم (92/235) من اليورانيوم (٢٣٨/٩٢)

ولذلك تمت صناعة نوع آخر من القنابل

ففي المرحلة الأولى يقذف اليورانيوم ـ ٢٣٨ بالنيوترونات حسب المعادلة التالية

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{239}_{93}Np + ^{0}_{-1}e + \bar{\upsilon}$$

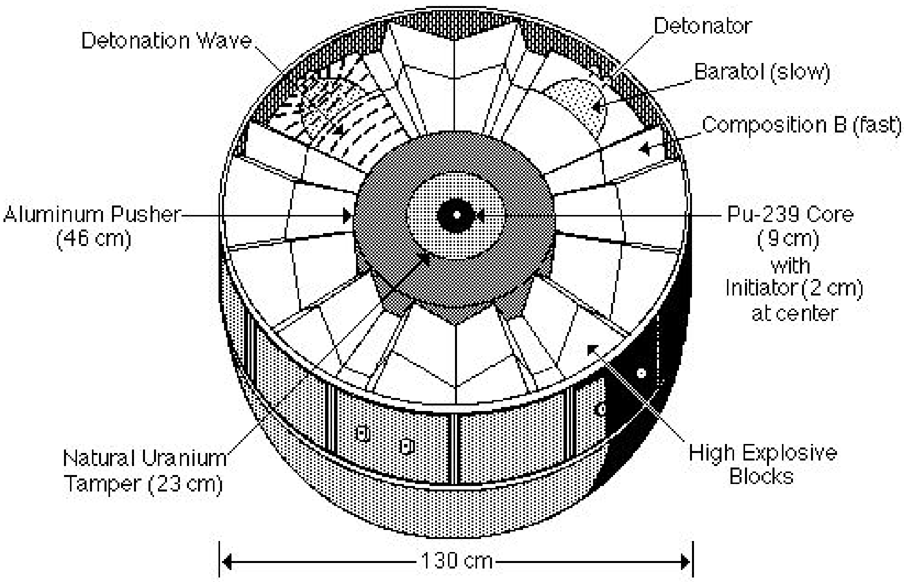
لينتج النبتونيوم(٢٣٩/٩٣) الذي يتحلل إلى بلوتونيوم (٢٣٩/٩٤) حسب المعادلة التالية

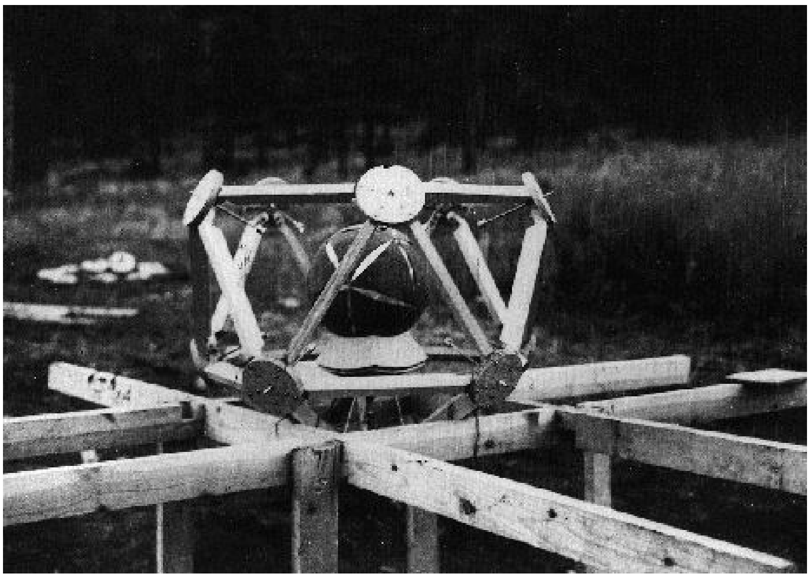
$$^{239}_{93}Np \longrightarrow ^{239}_{94}Pu + ^{0}_{-1}e + \bar{\upsilon}$$

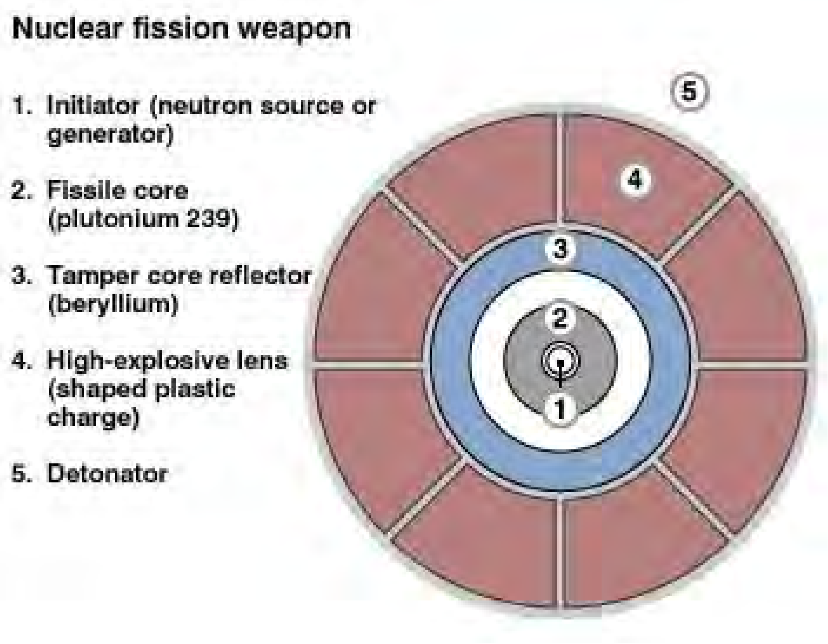
ولقد أتضح أن قابلية بلوتونيوم ـ ٢٣٩ للأنشطار أكبر من قابلية اليورانيوم ـ ٢٣٥
ولذلك فإنه يلزم كتلة أصغر للوصول إلى الكتلة الحرجة
ولذلك قام العلماء بتصميم نوع آخر من القنابل الذرية (قنبلة البلوتونيوم)
وتكون هذه القنبلة على شكل قطعة كروية صغيرة من البلوتونيوم توضع في مركز كرة
وتحاط بقطع من البلوتونيوم موضوعة على بعد ثابت من الكرة
بحيث تكون سطح كرة أكبر
وكتلة كل منها أقل من الكتلة الحرجة انظر الشكل
ولإحداث الانفجار
تجري تفاعلات كيميائية تقوم بإطلاق قطع البلوتونيوم كلها في آن واحد نحو مركز الكرة
مما يؤدي إلى التحام قطع البلوتونيوم وتكوّن الكتلة الحرجة ويبدأ التفاعل المتسلسل
وقد أطلقت أول قنبلة بلوتونيوم على مدينة ناجازاكي في اليابان

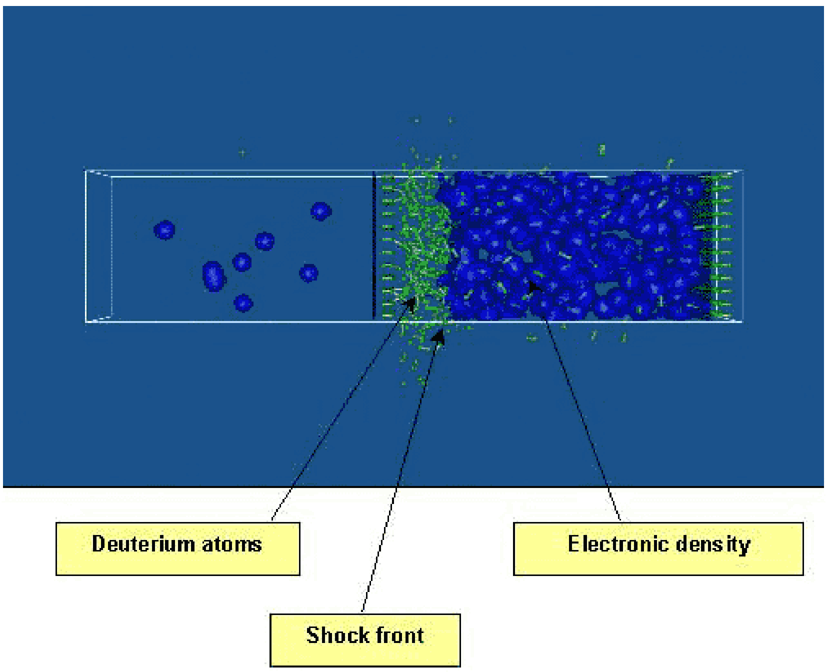
وسميت " الولد السمين " " Fat Boy " في ٩ آب (أغسطس - 1945)








Nuclear fission weapon
1. Initiator (neutron source or generator)
2. Fissile core (plutonium 239)
3. Tamper core reflector (beryllium)
4. High-explosive lens (shaped plastic charge)
5. Detonator
1
2
3
4
5


Deuterium atoms
Electronic density
Shock front

دورة الأعداد النووي
للمجاهدين
الرايات السود

SPECIFICATIONS FOR AN ATOMIC EXPLOSIVE DEVICE

In the easiest bomb to build, a plug of Uranium is shot through a tube into more Uranium, creating a critical mass capable of sustaining a fission reaction. This design requires a greater amount of fuel than more sophisticated designs and explodes less efficiently. Still, one bomb could destroy a medium-sized city.

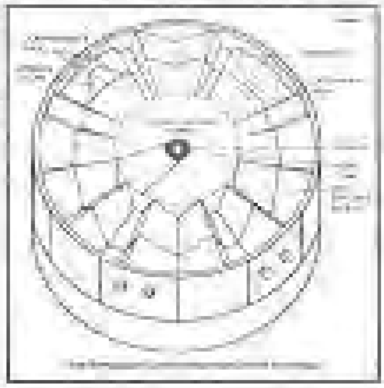


Critical Mass. [illegible]

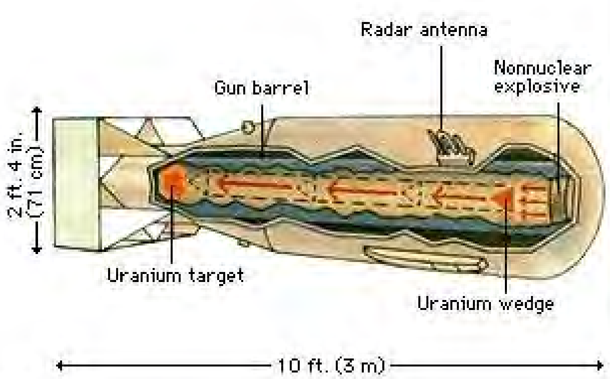
[illegible]

[illegible]

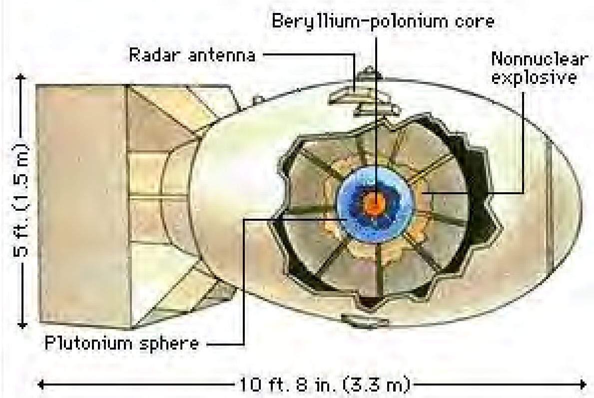
Explosive [illegible]



[illegible]



Gun-type fission bomb



Implosion-type fission bomb

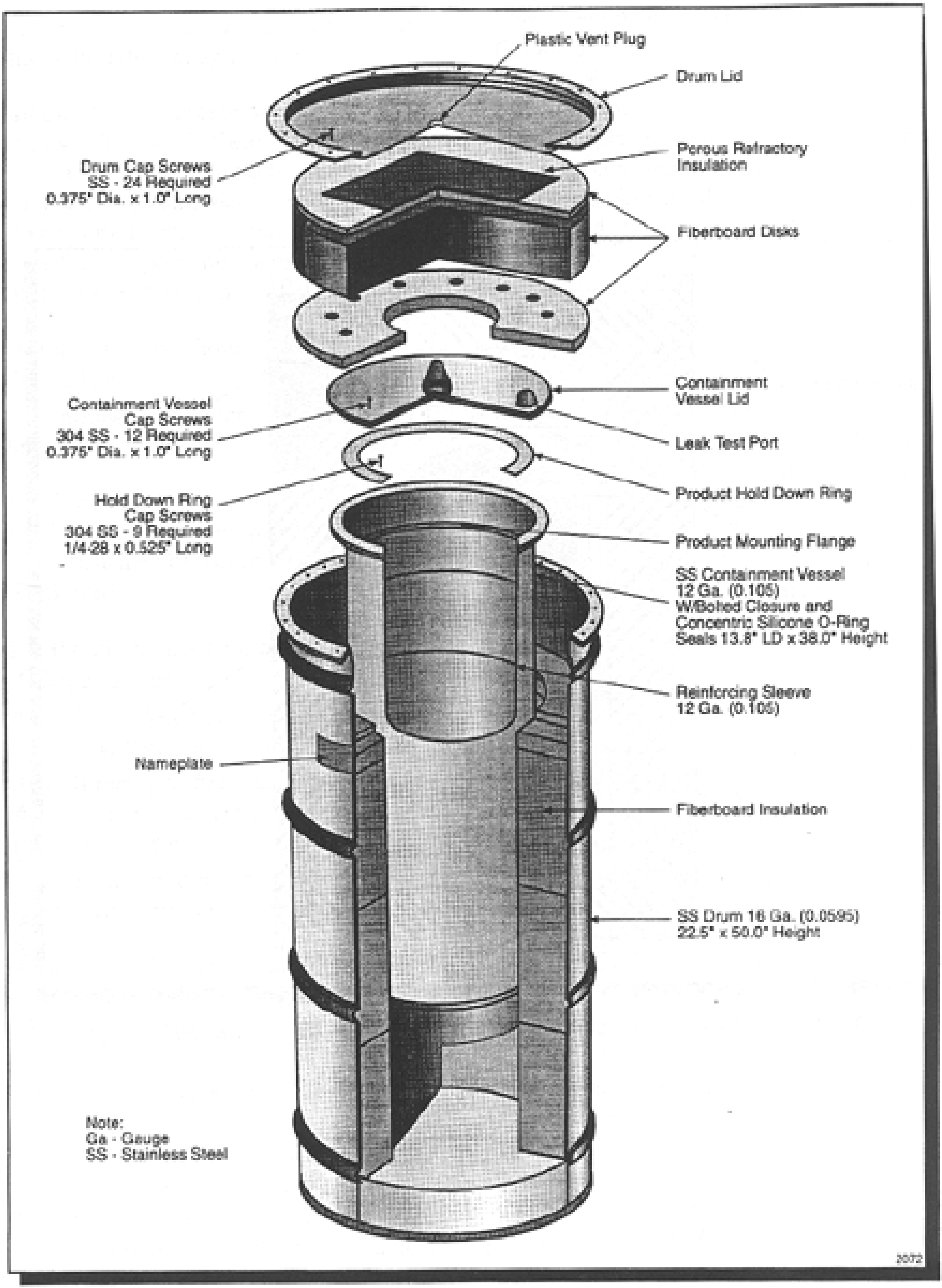
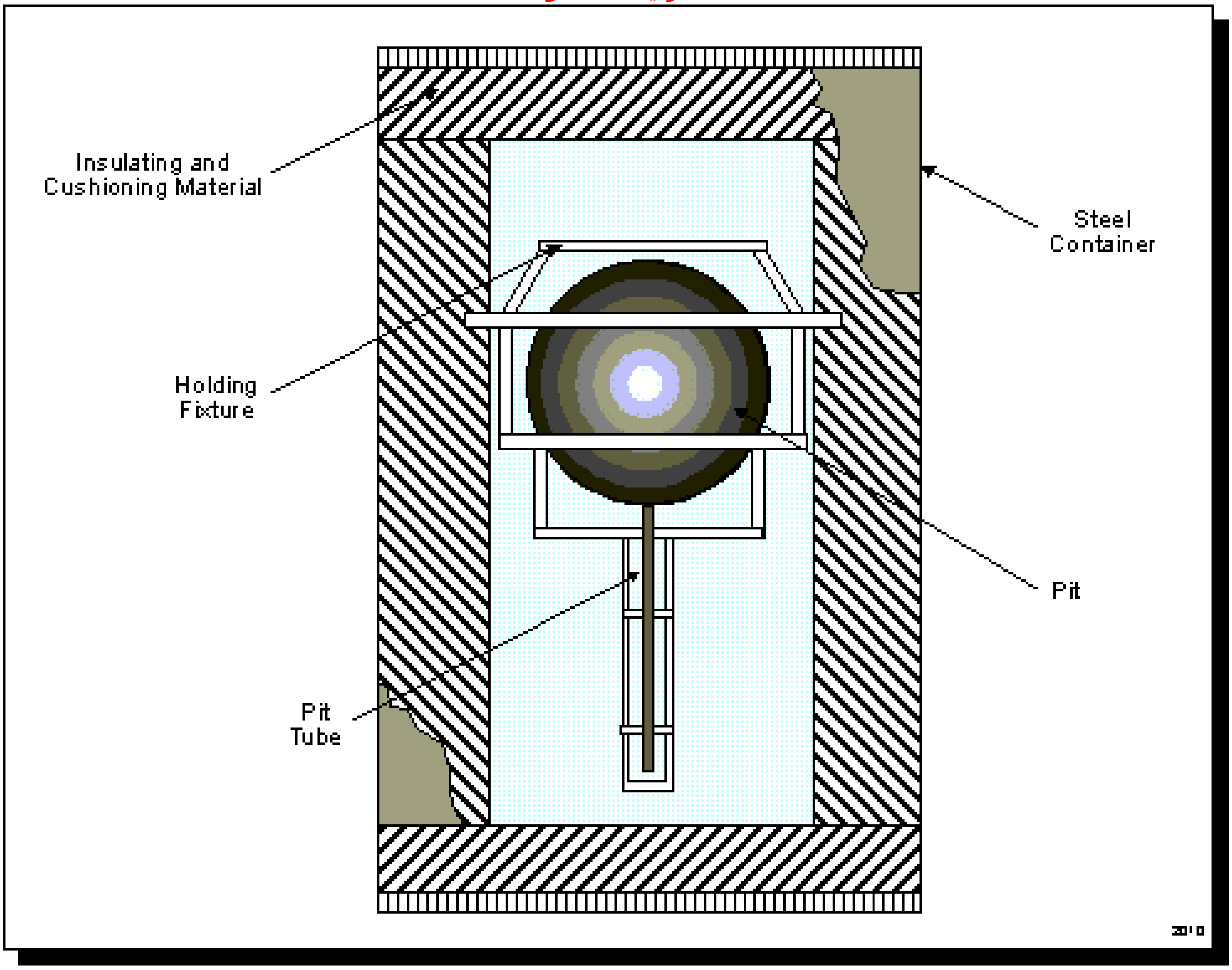


FIGURE F.3.2–1.—*Cross-Sectional View of an FL-Type Container.*


Insulating and
Cushioning Material
Steel
Container
Holding
Fixture
Pit
Pit
Tube

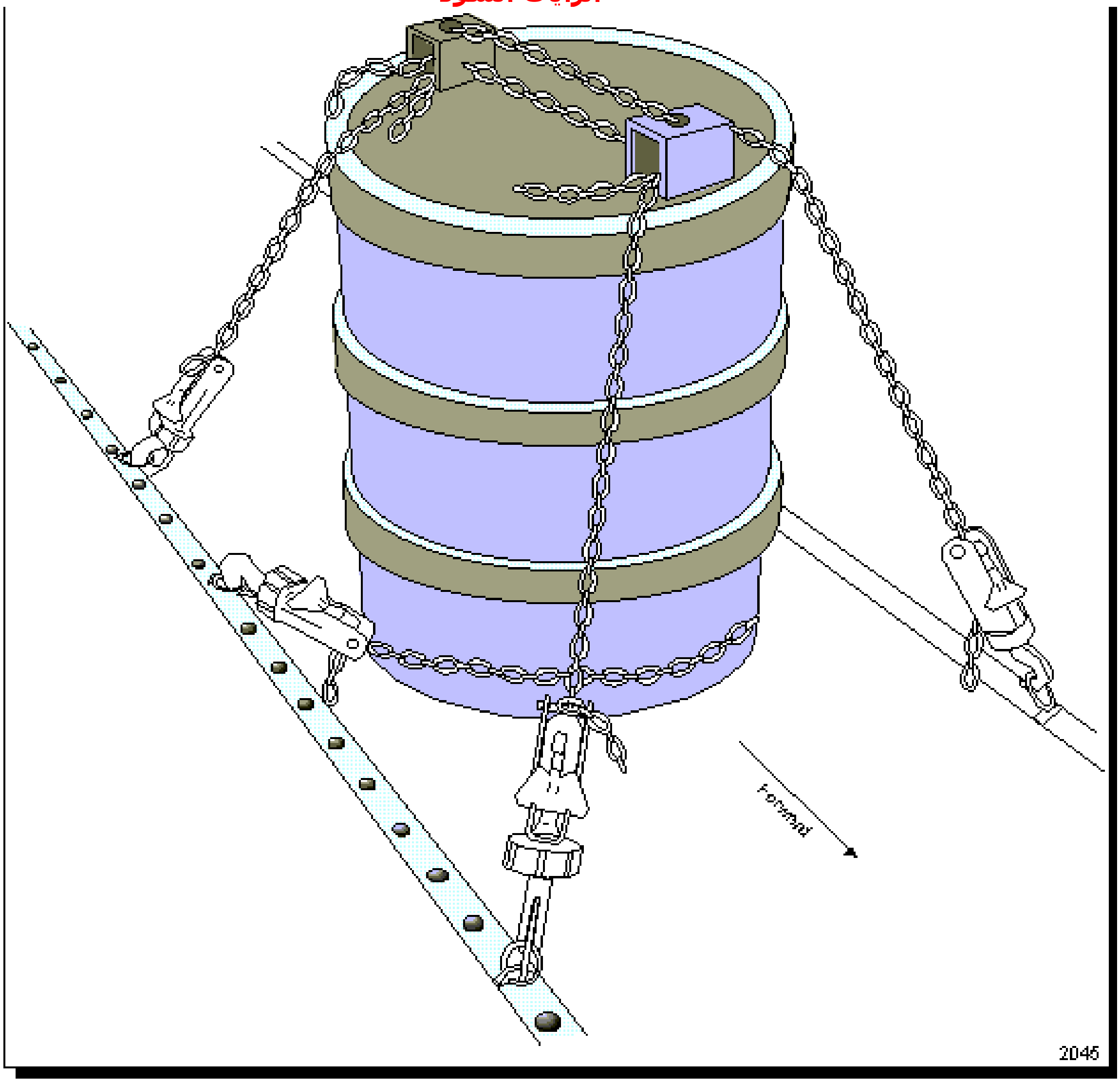
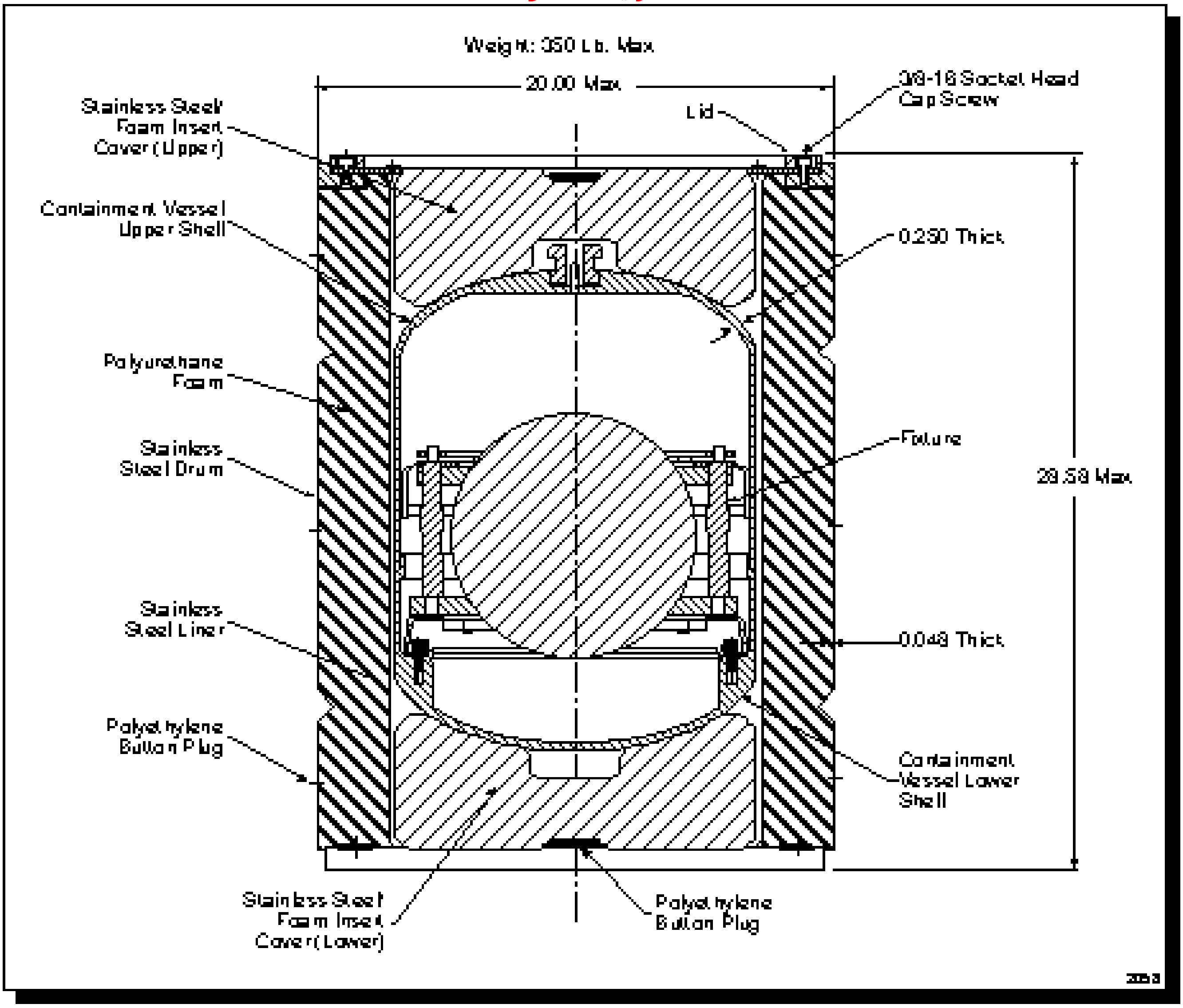
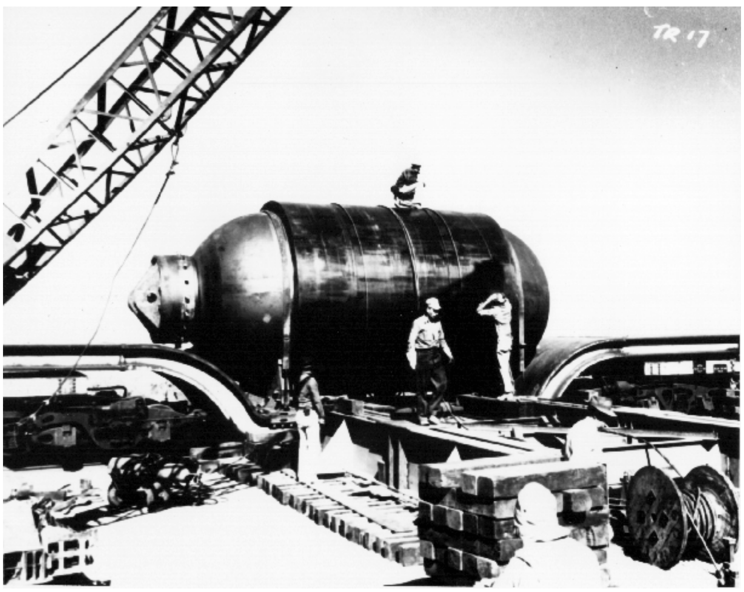
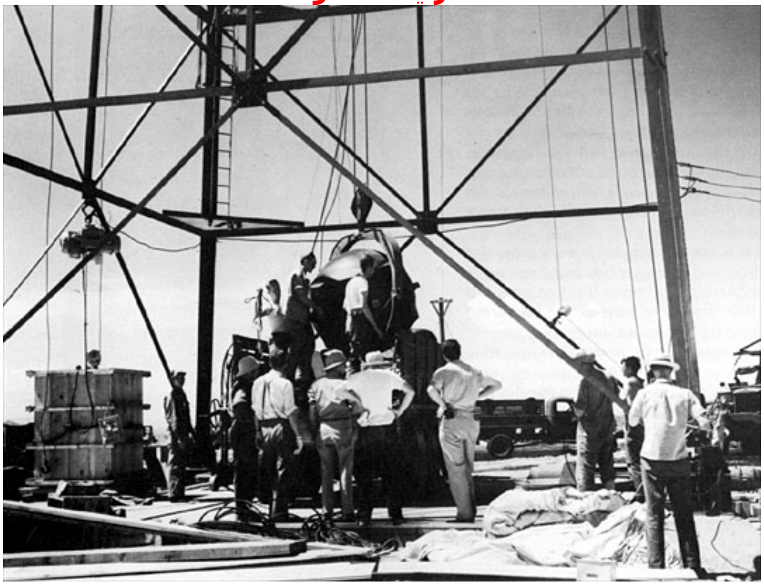
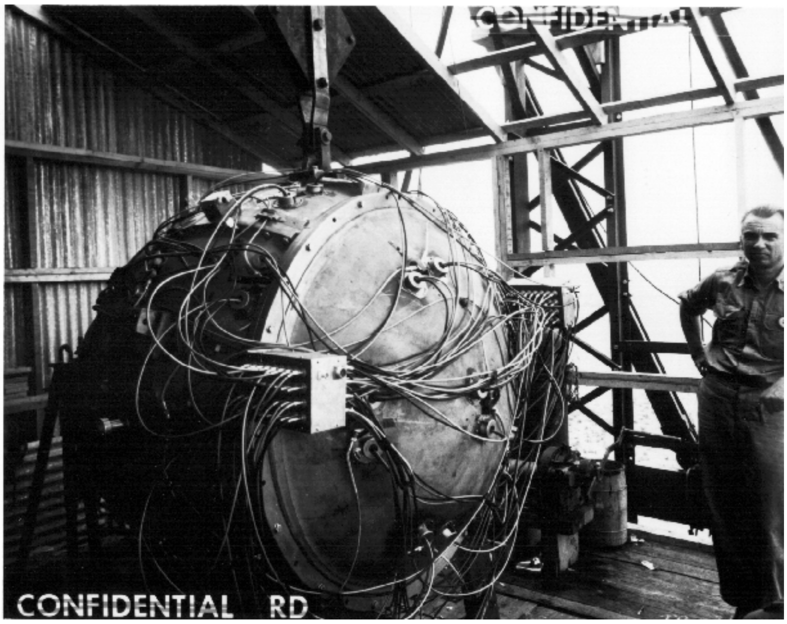


FIGURE F.7-1.--Restraint of Pit Containers within a Safe Secure Tractor Trailer.

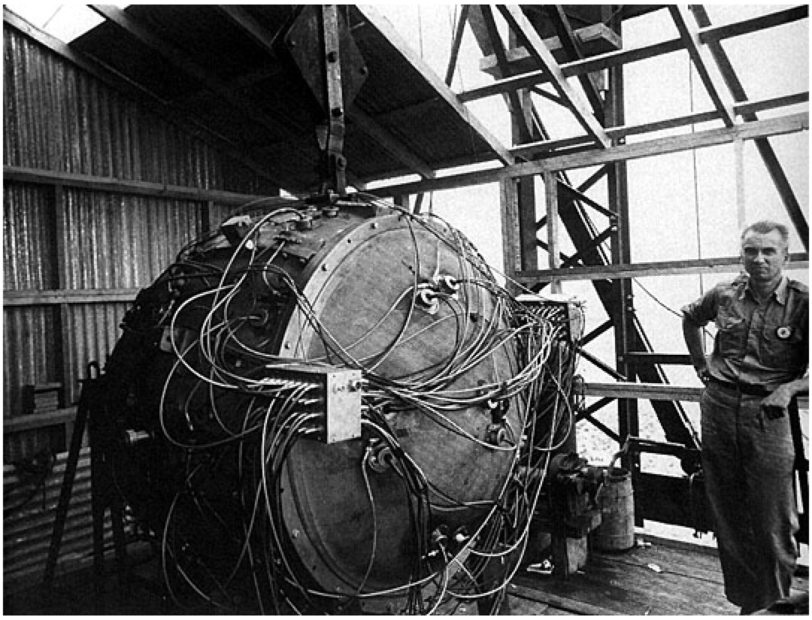

Weight: 350 Lb. Max
20.00 Max
Lid
3/8-16 Socket Head Cap Screw
Stainless Steel Foam Insert Cover (Upper)
Containment Vessel Upper Shell
0.250 Thick
Polyurethane Foam
Fixture
28.50 Max
Stainless Steel Drum
Stainless Steel Liner
0.048 Thick
Polyethylene Button Plug
Containment Vessel Lower Shell
Stainless Steel Foam Insert Cover (Lower)
Polyethylene Button Plug

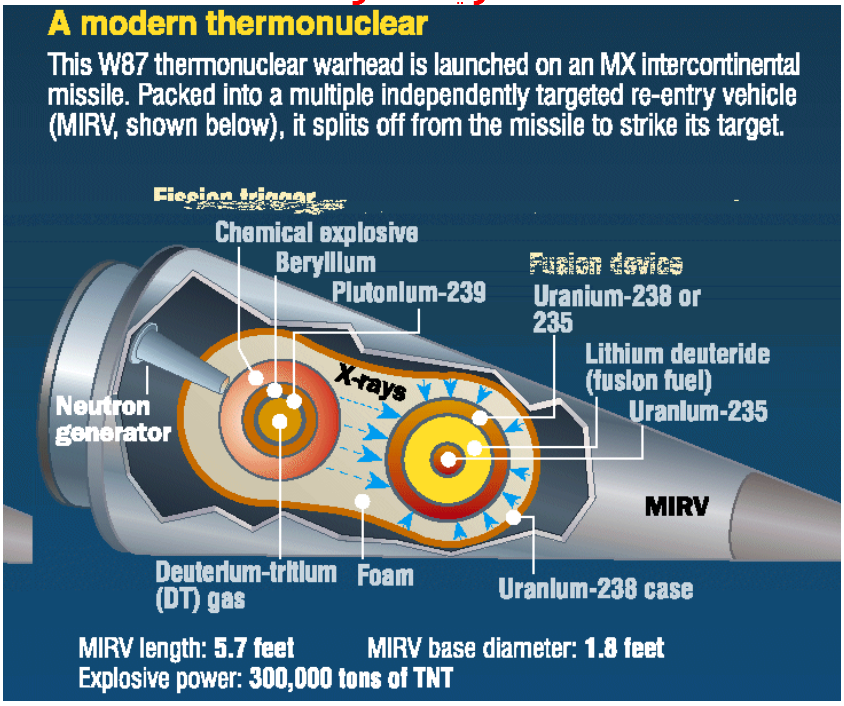





CONFIDENTIAL RD





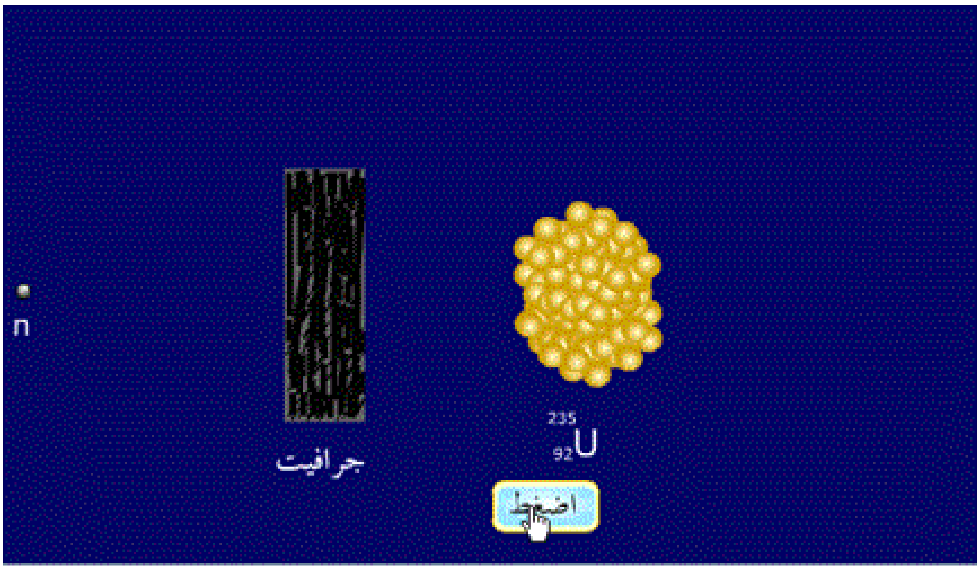


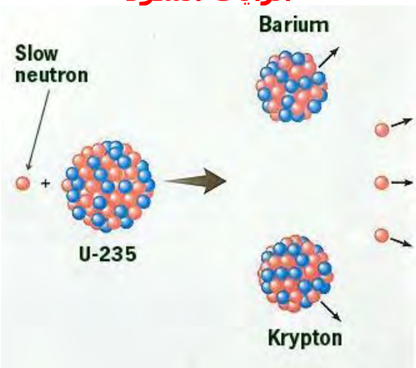
المفاعل النووي الإنشطاري

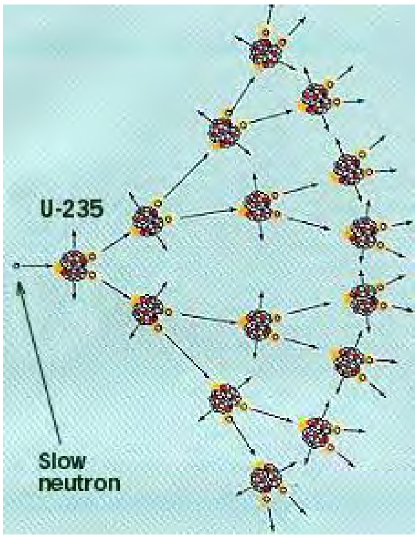
قام فيرمي ببناء أول مفاعل نووي إنشطاري في جامعة شيكاغو
وبدأ العمل فيه في ٢ كانون أول (ديسمبر , 1942)
وكانت هذه أول مرة يتم فيها إحداث تفاعل نووي مُسيطر عليه

ويوضح الشكل التالي التفاعل النووي داخل المفاعل النووي
حيث يحتوي المفاعل النووي على يورانيوم ـ ٢٣٨ مضاف إليه ٣,٦ % من اليورانيوم ـ ٢٣٥ ويتم إحداث التفاعل التالي

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$







وتكون النيوترونات الناتجة عن هذا التفاعل سريعة لأنها تمتلك طاقة حركية كبيرة

ولذلك يوضع المفاعل في حوض به ماء تحت ضغط مرتفع

حيث يعمل الماء على إبطاء النيوترونات وتقليل سرعتها حتى تستطيع البدء بانشطار جديد

ولكي يحدث التفاعل المتسلسل

ولكن لا يُسمح لهذا التفاعل بأن يستمر بعشوائية كما في القنبلة الذرية

لذلك يتم السيطرة عليه باستعمال ألواح من الكادميوم

حيث تعمل هذه الألواح على امتصاص النيوترونات

وبذلك يقل عدد النيوترونات المسببة للأنشطار

ويتم السيطرة على التفاعل

ويوجد وظيفة أخرى للماء حيث تعمل على التبريد نتيجة للحرارة العالية الناتجة عن التفاعل

ومن مساوئ استخدام هذا المفاعل

المخلفات النووية الناتجة عن التفاعل

حيث ينتج نظائر عديدة مشعة يجب التخلص منها

والطريقة المتبعة حالياً هي دفن هذه المخلفات في قاع مناجم الملح

والتي تكون جافة وتبعد عن سطح الأرض مسافة تقدر بآلاف الأقدام

حيث يمكن أن تبقى هناك ولا تتسبب في تلويث البيئة

(الدرس الثالث)

(النشاط الإشعاعي الطبيعي)

مقدمة

يهتم هذا الجزء بمناقشة جزء من الخواص المتغيرة مع الزمن للنوى

نقصد بذلك تلك التي تتعلق بالنشاط الإشعاعي للنوى

حيث يتميز هذا النشاط بالتحويل من نظام ابتدائي إلى نظام نهائي بصورة تلقائية

إن مسألة حدوث العملية تلقائياً إنما هو أمر يتعلق بالطاقة

فإذا كانت الطاقة الكلية للنظام النهائي أقل منها في النظام الابتدائي عندئذ يكون بالإمكان حدوث التحول التلقائي

النشاط الإشعاعي الطبيعي - The Natural Radioactivity

إن الإلكترونات المدارية للذرة

تستطيع أن تمتص طاقة وإن تغير من مستواها

وفي بعض الأحيان قد تكون الطاقة الممتصة كبيرة لدرجة تسمح للإلكترون بعمل قفزة نهائية

وبأن يتخلص من جاذبية النواة

والنتيجة هي تولد الأيون (أي ذرة ينقصها إلكترون)

ونستطيع القول بأنه في هذه الظروف الاستثنائية

تفقد الذرة كل إلكتروناتها أو معظمها

وتبقى عبارة عن نواة معزولة

ولذلك فإن الذرات

ليست غير قابلة للانقسام

بعكس الاعتقاد الذي ظل سائداً لفترة طويلة

مهما يكن من أمر فإن التأين ليس مجرد ظاهرة عرضية

فكل ذرة متأينة متصلة بالمادة

لن تلبث أن تستعيد إلكتروناتها وتقوم بامتصاصها من الوسط المحيط بها فتعود إلى تكوينها الأصلي

ولتقسيم ذرة بصفة نهائية يحتاج الأمر لأجراء إضافي

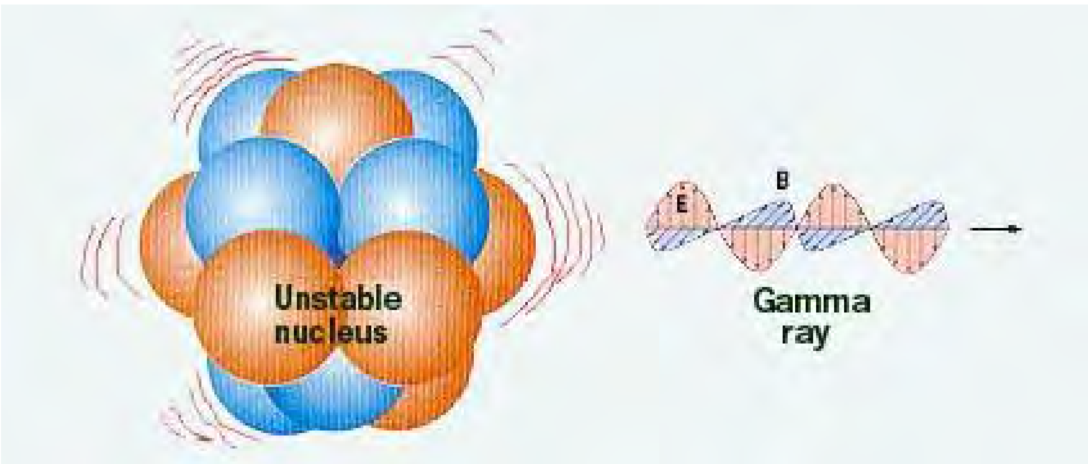
ذلك هو تفتيت نواتها

ذلك ما يمكن أن نتوقعه بالنظر إلى تعقد تكوين النوى

وليس فقط يمكن تفتيت النوى

ولكن بعضها يتفتت تلقائياً

وتنبعث منها إشعاعات ثم تتحول بعد ذلك إلى نوى مختلفة



أنواع الأشعة المنبعثة من المواد المشعة طبيعياً

**قام راذرفورد بدراسة خواص الإشعاعات المنبعثة من العناصر المشعة
وذلك بوضع مصدر الراديوم (مادة مشعة)
داخل حافظة من الرصاص
ذات ثقب اسطواني صغير القطر
يمكننا من الحصول على حزمة ضيقة من الإشعاعات
وذلك باستخدام مجال مغناطيسي قوى كمحلل**

فلاحظ أن الحزمة بعد اختراقها للمجال تنقسم إلى ثلاثة أقسام

-١
تنحرف أحدها في الاتجاه العمودي على المجال المغناطيسي ، ويدل اتجاه انحرافها على أنها مكونة من جسيمات مشحونة بشحنة موجبة . كما يدل مقدار الانحراف على ثقل هذه الجسيمات وباستعمال مجال مغناطيسي قوي ومجال كهربي قوي تمكن راذرفورد من إثبات أن هذه الجسيمات التي سميت جسيمات ألفا مشحونة بشحنة موجبة تساوي ضعف شحنة الإلكترون . وهي عبارة عن نواة ذرة الهليوم وكذلك اثبت راذرفورد أن جسيمات ألفا أقل أنوع الإشعاعات نفاذاً في الأجسام وتنطلق بسرعة تتراوح ما بين 10/1إلى ١/١٠٠ من سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية . ولها قدرة على تأيين الغازات.
-٢
أشعة بيتا وهي تنحرف كذلك في الاتجاه العمودي على المجال المغناطيسي ويدل اتجاه انحرافها على أنها مكونة من جسيمات مشحونة بشحنة سالبة ، كما يدل مقدار الانحراف على أنها جسيمات خفيفة سالبة الشحنة وهي أكثر نفاذاً في الأجسام من جسيمات ألفا . وهي في الواقع إلكترونات ذات سرعات فائقة تصل في بعض الأحيان إلى ما يقارب من ٩٩٨. من سرعة الضوء ، كما أن لها قدرة على تأيين الغازات ولكن بدرجة أقل من جسيمات ألفا.
-٣
**أشعة جاما -: وتتميز أشعة جاما بميزات الأشعة السينية فهي ذات طبعة موجيه وليس لها وزن أو شحنة ، وطول موجتها صغير جداً يتراوح بين . ١٠-٨ إلى ١٠-١٠ وهي شديدة النفاذية إذا ما قورنت بغيرها من الإشعاعات الطبيعية أو حتى الأشعة السينية
ولأشعة جاما القدرة على تأيين الغازات ولكن بدرجة أقل من تأيين جسيمات ألفا أو بيتا . ويمكن القول أن ذلك مرجعة إلى قوة نفاذيتها التي تفوق كل من أشعة بيتا وألفا حيث تتناسب قوة النفاذية للإشعاعات الثلاثة عكسياً مع قوة تأينها.**

المصادر الطبيعية للإشعاع الذري

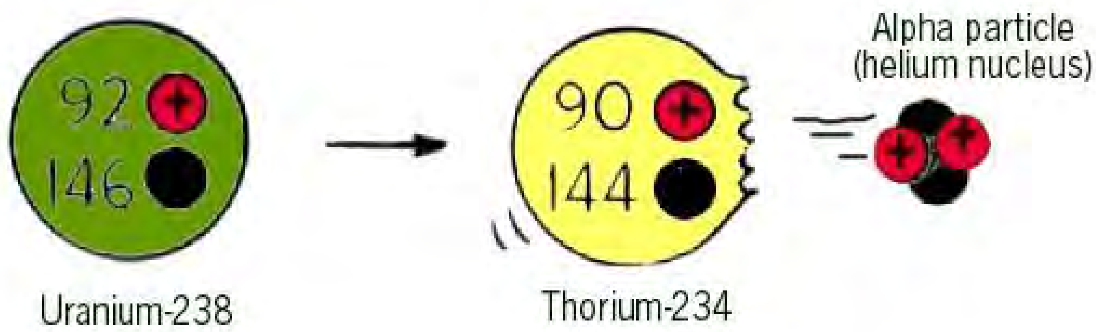
**الإشعاع الذري موجود قبل خلق الأرض بزمن طويل . وله ثلاث مصادر رئيسية على الأرض
هي**

- الأشعة الكونية - Cosmic rays

المصدر الرئيسي لهذه الأشعة ناتج عن الحوادث النجمية في الفضاء الكوني البعيد ومنها ما يصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التي تحدث مرة أو مرتين كل ١١سنة ، مولدة جرعة إشعاعية كبيرة إلى الغلاف الغازي للأرض . وتتكون هذه الأشعة الكونية من ٨٧% من البروتونات و ١١ من جسيمات ألفا ، وحوالي ١% من النوى ذات العدد الذري ما بين ٤ و ٢٦ وحوالي ١% من الإلكترونات ذات طاقة عالية جداً وهذا ما تمتاز به الأشعة الكونية ، لذلك فإن لها قدرة كبيرة على الاختراق . كما أنها تتفاعل مع نوى ذرات الغلاف الجوي مولدة بذلك إلكترونات سريعة وأشعة جاما ونيوترونات وميزونات .ولا يستطيع أحد تجنب الأشعة الكونية ولكن شدتها على سطح الأرض تتباين من مكان لأخر.

- النشاط الإشعاعي الطبيعي في القشرة الأرضية Natura radioactivity in The earth Sheff -

إن من أهم العناصر المشعة في صخور القشرة الأرضية هي) البوتاسيوم ٤-٠-) و(الروبيدوم -٨٧) وسلسلتا العناصر المشعة المتولدة من تحلل) اليورانيوم -٢٣٨) و(الثوريوم -٢٣٢)



وهناك ما يقارب الأربعين من النظائر المشعة . وأعمار النصف للعناصر المشعة الأساسية في صخور القشرة الأرضية طويلة جداً ، لهذا بقيت في الأرض إلى الآن منذ خلقها ، فعمر النصف (للبوتاسيوم -٤٠) يزيد على ألف مليون سنة وعمر النصف (الروبيدوم -٨٧) يزيد على أربعين ألف مليون سنة وهذه النظائر المشعة تبعث أنواعاً مختلفة من الإشعاع الذري كجسيمات بيتا وألفا وأشعة جاما.

ومستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي في القشرة الأرضية متقارب جداً في معظم الأماكن ، حيث لا يوجد اختلاف يذكر عن مكان وآخر بصفة عامة . إلا أن هناك أماكن على الأرض يزداد فيها الإشعاع الطبيعي بشكل كبير نتيجة وجود تركيزات عالية من العناصر المشعة طبيعياً في صخور القشرة الأرضية.

- النشاط الطبيعي داخل جسم الإنسان

يشع جسم الإنسان من الداخل عن طريق كل من الهواء الذي يتنفسه والغذاء والماء الذي يصل إلى جوفه ، فالهواء هو المصدر الرئيسي للجرعة الإشعاعية الطبيعية التي تصل إلى داخل جسم الإنسان ومصدرها الأساسي غاز الرادون الموجود في جو الأرض والمتولد عن التحلل التلقائي لنظير « اليورانيوم -٢٣٨ » الموجود طبيعياً في صخور قشرة الأرض.

وكذلك فإن كلا من الغذاء الذي يتناوله الإنسان والماء الرئيسي لتلك المواد المشعة في النبات هو التربة التي تمتص منها النباتات تلك المواد مع غيرها من المواد الطبيعية فتدخل في بنائها . كما أن بعض الغبار الذي يتساقط على النبات يحوي آثاراً من تلك المواد المشعة ، وتصل المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان عن طريق تناوله النباتات أو لحوم الحيوانات التي تتغذي على النباتات وتدخل المواد المشعة أيضاً مع الماء الذي نشربه حيث تحتوى المياه على آثار قليلة جداً منها.

لذلك تكون أجسامنا مشعة قليلاً من الداخل نظراً لوجود بعض العناصر المشعة فيها مثل البوتاسيوم - ٤٠) و (الكربون ١٤. (

وتسلك المواد المشعة - عادة - طرقاً معقدة قبل دخولها جسم الإنسان

قانون التفكك الإشعاعي - Radioactiue decag law

تعتبر ظاهر التفكك الإشعاعي ظاهرة إحصائية ، أي أنه لا يمكن التكهن بزمن تنحل عند نواة بعينها ، ولكن عند وجود عدد كبير جداً من أنوية النظير المشع ، فإنه بمتابعة معدل تغير كمية الأشعة المنبعثة يمكن معرفة الكثير عن نوعية التحول.

هناك احتمال محدد للتفكك في وحدة الزمن لأي نظير مشع ، وهذا الاحتمال يعرف بثابت مميز لكل نظير مشع بغض النظر عن حالته . الكيميائية أو الفيزيائية (من سائله أو صلبه أو غازية(

فإذا كان N عدد الأنوية المشعة الموجودة في عينة ما عند زمن (T) فإن معدل التفكك يعطي المعادلة

حين تسمى λ بثابت التفكك (decay Constant) وهو يعد مقياساً لاحتمال تفكك نواة معينة.

وبمكاملة المعادلة السابقة في الفترة الزمنية من t = o إلى t = t فإن عدد الأنوية N التي تبقى بعد مضي زمن t يمكن حسابه بدلالة عدد الأنوية N__o عند البدء أي عند t = o ويعطي التكامل

ومنها

$$N = No\ e^{-\lambda t}$$

وتعرف هذه المعادلة بقانون التفكك الإشعاعي وهي تعطي العلاقة بين عدد الأنوية المتبقية N والزمن t.

==============================

أنواع التفكك الإشعاعي

تفكك الفا

في هذه العملية تفقد النواة المشعة (حيث X رمز النظير) جسيم الفا المكون من بروتونين ونيوترونين وهو عبارة عن نواة ذرة الهيلوم . وهذا يعني نقصان العدد الكتلي بمقدار أربع وحدات والعدد الذري بوحدتين وبذلك تكون النواة الناتجة مختلفة تماماً عن النواة الأم.

تفكك بيتا -B-Decay

تصدر نوبات بعض النظائر جسيمات تعرف بجسيمات بيتا (B-Particles) وهذه الجسيمات عبارة عن إلكترون أو بوزيترونات والبوزيترون (Positron) عبارة عن جسم كتلة مساوية لكتلة الإلكترون ولكن شحنته موجبة . ويحدث هذا النوع من التفكك للأنوية (المعروف باسم تفكك بتيا) في كثير من النظائر سواء كانت ثقيلة أم خفيفة.

أنواع تفكك بيتا - Types of B-decay

(١)

التفكك الإلكتروني Eelectron decay

يلاحظ أن إصدار إلكترون من النواة ناتج عن تحول نيوترون من نيوترونات النواة إلى بروتون وذلك لكي تصبح النسبة بين النيوترونات والبروتونات هي نسبة الاستقرار ويعبر عن هذا التفكك كالآتي:-

(٢

التفكك البوزيتروني Positron decay

في بعض الأحيان تكون نسبة النيوترونات إلى البروتونات في النظير المعين أقل من النسبة التي تحقق الاستقرار . وفي هذه الحالة يتحول أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وينطلق نتيجة لذلك بوزيترون يحمل شحنة البروتون الموجبة ويعرف تفكك بيتا في هذه الحالة بالتفكك البوزيتروني ويعبر عنه كالآتي:

٣) الاسر الالكتروني Electron Capture :

يمكن أن يحدث تحول أحد بروتونات النواة إلى نيوترون بطريقة أخرى يتم ذلك بأن تأسر النواة إلكترون من إلكترونات المدارية القريبة من النواة (أي المدار

k وفي أحيان قليلة من المدار) ويتحد هذا الإلكترون المأسور مع أحد البروتونات فيتكون النيوتون . ويعرف تفكك بيتا في هذه الحالة بالأسر الإلكتروني ويعبر عن الآتي-:

وهكذا فإنه يوجد ثلاثة أنواع لتفكك بيتا هي التفكك الإلكتروني (-B -) والبوزيتروني (B+) والاسر الإلكتروني . (Electron Copture) وفي حالة الأسر الإلكتروني لا تصدر النواة أياً من جسيمات بيتا ولقد ثبت فيما بعد أنه عند حدوث أي نوع من تفكك بيتا ينطلق من النواة جسيمات تعرف باسم النيوترينو) V - (neatrino) نيو.)

والنيوترينو عبارة عن جسم متعادلة الشحنة وكتلة السكون له مساوية للصفر
)أي . (Mv = o وعلى هذا أصبح التعبير عن الأنواع الثلاثة لتفكك بيتا كالآتي

اضمحلال جاما

إشعاعات جاما هي عبارة عن موجات كهرومغناطسية ذات طاقة عالية . وتصدر إشعاعات جاما إذا تكونت النواة الوليدة الناتجة عن تفكك الفا أو تفكك بيتا في حالة مثارة فتفقد النواة إثارتها عن طريق التخلص من الطاقة في شكل إشعاعات جاما وبذلك فإنه بالنسبة لاضمحلال جاما تكون النواة الوليدة هي نفسها النواة الأم ولكنها أكثر استقراراً.
وتجدر الإشارة إلى أن بعض النظائر المشعة تتفكك إلى نظائر غير مستقرة يكون النظير الناتج مشعاً بدوره وبالتالي يتفكك إلى نظير آخر.
وهكذا نجد أن هناك العديد من النظائر التي لها نشاط إشعاعي طبيعي وتتفكك هذه النظائر مصدره إما جسيمات الفا أو بيتا أو كليهما معاً وقد يتبع ذلك مباشرة أو خلال فترة زمنية معينة إشعاعات جاما الصادرة نتيجة انتقال النويات الوليدة من الحالات المثارة إلى الحالات الأرضية.

==

نظرية الانحلال الإشعاعي

تقدم رذر فورد وسودي سنة ١٩٠٥ بنظرية الانحلال لتفسير ظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي . وتقضي النظرية بأن ذرات العناصر المشعة تنحل نتيجة لما ينبعث منها من جسيمات الفا أو بيتا التي هي في حد ذاتها جسيمات مادية ، أي أن جزءاً محدد من نواة الذرة ينطلق بسرعة فائقة تارك وراءه ذرات عنصر جديد يختلف تماماً في خواصه الطبيعية والكيميائية عن العنصر الأصلي . ويكون العنصر الجديد أو المولود مشعاً أيضاً فتنطلق من نوى ذراته جسيمات مادية ينتج عن انطلاقها أن تتحول ذرات هذا العنصر الجديد إلى ذرات عنصر ثالث جديد وهكذا نتابع عملية التحول من عنصر مشع إلى عنصر آخر مشع حتى ينتهي الانحلال عند عنصر مستقر وجدير بالذكر أنه فيما عدا حالات نادرة جداً فإن نوى عنصر معين تنحل بانبعاث نوع واحد من

الجسيمات ، أما جسيمات الفا أو جسيمات (بيتا) فلا تنبعث الجسيمات من نواة واحدة ، ومعنى هذا أن النواة التي يحدث انحلالها بجسيمات الفا لا ينبعث منها جسيمات بيتا ، ألا أن انبعاث جسيمات الفا أو جسيمات بيتا قد يكون مصحوباً بانبعاث أشعة جاما.

وتسمى العناصر الناتجة من عملية التحول المتتابع بالمتسلسلة الإشعاعية ويتوقف الوزن الذري للعنصر الوليد بعد أي تحول على نوع الأشعة المنطلقة في عملية التحول فعندما ينطلق جسيم الفا (وزنه a) من ذرة الراديوم (وزنها الذري ٢٢٦) تتكون ذرة عنصر جديد وزنه الذري ٢٢٢ ، ويعرف هذا العنصر الجديد بالرادون وهو ذو نشاط إشعاعي وتنطلق منه جسيمات الفا تتحول ذرته إلى عنصر آخر هو الراديوم (وزنه الذري٢١٨).

متسلسلات النشاط الإشعاعي الطبيعي

إن جميع العناصر ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي تقع إعدادها الذرية بين Z 81 =و 92 = Zوهناك ثلاث مسلسلات في الطبيعة ، وتعتبر معظم النويدات المشعة في الطبيعة نواتج انحلاليه لها . وكل متسلسله تبدأ بنويدة أم تمر بسلسلة من التحويلات التي تشمل انبعاث جسيمات الفا وبيتا لتكوين نويدات وليدة . وشكل رقم (١) يتضمن اسماء المتسلسلات الثلاثة والأعمار النصفية للنويدات الأم والنويدات الوليدة النهائية المستقرة لكل متسلسلة.

متسلسلات النشاط الإشعاعي

١) متسلسلة اليورانيوم:

تبدأ هذه المتسلسلة بعنصر اليورانيوم Ui ويبلغ نصف العمر لليورانيوم٤,٥ . X109 yerويمر اليورانيوم بسلسلة من التحولات التي يصاحبها انبعاث جسيمات الفا أو بيتا حتى ينتهي بالرصاص المستقر وفيما يلي جدول لعناصر هذه المجموعة :

٢) متسلسلة الأكتيوم:-

هذه المتسلسلة يرجع أصلها إلى الأكتيويورانيوم وهو النظير لليورانيوم والذي يبلغ نصف العمر ٧,١ X108 yerويمر الأكتيويورانيوم بسلسلة من التحولات حتى ينتهي بنظير الرصاص المستقر ويمكن التعبير عن الوزن الذري لعناصر هذه المجموعة بالرمز ٤ن + ٣ حيث تتزواج قيمة ن بين ٥١ ، ٥٨ .

٣) متسلسلة الثوريوم:-

تبدأ بعنصر الثوريوم يمر بسلسلة من التحولات ثم يتحول بعد إشعاع ست من جسيمات الفا وأربعة من جسيمات بيتا إلى نظير الرصاص المستقر ويمكن التعبير عن الوزن الذري لعناصر هذه المجموعة بالرمز ٤ن وتتراوح قيمة ن في هذه المجموعة بين ٥٢، ٥٨ .

٤) مجموعة النبتونيوم:-

كان من الطبيعي أن يتجه التفكير إلى احتمال وجود متسلسلة رابعة من العناصر الطبيعية المشعة يعبر عن ١,٨ أوزانها الذرية بالرمز (٤ن+١) ولم يكن معروفاً من عناصر هذه المجموعة سوى سبعاً موجود بكميات ضئيلة جداً في الغلاف الصخري (القشرة الأرضية) وكذلك الناتج النهائي البزموث (وزنه الذري ٢٠٩.)

وفي أثناء الحرب العالمية الثانية استخدم العلماء النشاط الإشعاعي الصناعي لإنتاج نظائر مختلفة لكل العناصر وامكنهم بذلك تحضير عناصر المجموعة الرابعة التي لم تكن موجودة في الطبيعة . ويعتبر البلوتونيوم العنصر الوالد لهذه المجموعة ولذلك فهي تعرف بمجموعة البلوتونيوم أو المجموعة ٤ن+١ حيث تتراوح قيمة ن بين ٥٢،٦٠.

وهي تبدأ بـ التي لها عمر نصفي مقداره لليورانيوم٢ ٢٥. X106ger وهذه المتسلسلة تنهي بعد انحلالها بنظير البزموث .

التفكك الإشعاعي المتزن

تكون المادة الناتجة عن عمليات التفكك الإشعاعي في بعض الحالات هي نفسها مادة مشعة فتفكك بصورة تلقائية حال تكونها ومن أشهر الأمثلة على ذلك اليورانيوم ٢٣٤ حيث ينطلق من نواته جسيم ألفا ويتحول لثوريوم 230 والذي بطلق بدورة جسيماً
آخراً ويتحول لراديوم ٢٢٦ وهكذا . وإذا وجدت عينة نقية من اليورانيوم فان هذه العينة وبعد مضي زمن معين محتوي على مزيج من هذه العناصر أو النويدات نفرض أن المادة الأصلية (تعرف بالنواة الأم)١ x وفترة نصف العمر لها T1 وثابت تفككها l2 قد تفككت ونتج عنها مادة جديدة) x2 تعرف بالنواة البنت) وفترة نصف عمرها T2 وثابت تفككها l1 ونفرض أن عدد ذرت المادة الأصلية (أي عندما (t = 0 يساوي N0 بينما يساوي عدد ذرات المادة الجديدة الصفر عند نفس الزمن (t = 0) ويمكن كتابة عدد ذرات المادة الأصلية الأم كدالة في الزمن على الصورة N1(t) = N0 e وبعد مضي فترة زمنية مقدارها d t فإن عدداً مقداره N1l1dt بتفكك من المادة ١ x ويتحول للمادة الجديدة x2 والتي ينقص عددها في نفس الفترة الزمنية وبسبب التفكك بمقدار N 1 l1dt وبالتالي فإن عدد الذرات المتبقية من x2 يكون N2 حيث

$$dN2 = N1\ l1dt - N2\ l2dt$$

ويكون معدل تراكم أو إنتاج هذه المادة هو

$= N_1 l_1 - N_2 l_2$

وتكون فترة نصف العمر للنواة الأم في بعض الحالات طويلة جداً مقارنة مع فترة نصف العمر للنواة البنت أي (T1 >> T2 وهذا يعني أن معدل تفكك النواة الأم صغير جداً مقارنة مع معدل تفكك النواة البنت ، وفي هذه الحالة وعند اعتبار الفترات الزمنية التي تكون متقاربة مع T2 وهي بالتالي قصيرة جداً مقارنة مع فترة نصف الحياة للنواة الام فإنه يمكن اعتبرا أن عدد ذرات الأم ثابت وكذلك عدد الذرات التي تتفكك في الثانية الواحدة . وبما أن معدل تفكك النواة البنت كبير جداً فإن هذه الذرة تتفكك بنفس معدل تكونها ويبقى عدد ذراتها بالتالي ثابتاً ويكون معدل تراكمها معدوماً أي أن

وفي حالة وجود عدة عمليات تفكك فإنه يمكن تعميم النتيجة السابقة لتصبح

$N_1 l_1 = N_2 l_2 = N_3 l_3 = ...$

ويكون نشاط جميع العناصر الموجودة متساوياً ويقال أن التفكك في هذه الحالة متزناً (أي في حالة اتزان.)

الشدة الإشعاعية للعينة - activity of asample

في معظم الأحيان يكون المطلوب هو معرفة عدد النويات التي تتفكك في الثانية وليس عدد النويات الباقية دون تفكك والمحدد بالعلاقة

$N(t) = N_o e^{-\lambda t}$

ويعرف عدد النويات التي تتفكك في الثانية الواحدة من عينة مشعة باسم الشدة الإشعاعية للعينة((activity of asample

أي أن الشدة الإشعاعية للعينة هي= $A(t) = \lambda N_O e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$

وتعرف $A_O = \lambda N_o$ بالشدة الإشعاعية عند اللحظة $t = o$

لذا نجد أن $A(t) = A_o e^{-\lambda t}$

عمر النصف ومتوسط العمر - Half -Life and Mean- Life

عمر النصف) أو العمر النصفي) للنظير المعين هو عبارة عن الفترة الزمنية التي تنخفض خلالها شدته الإشعاعية إلى النصف بمعنى آخر فإن عمر النصف هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد نوى العينة ، ويرمز له عموماً بالرمز الهذا فإنه يوضع

حيث أن وحدة الزمن هي الثانية (sec) فإن وحدة قياس ثابت التفكك λ هي

أما متوسط العمر لعينة مشعة والذي يرمز له عادة بالرمز فهو عبارة عن

مجموع أعمار الأنوية جميعاً في العينة مقسوماً على عددها ويسهل تحديده من العلاقة

وهكذا نجد أن كلاً من λ ، tمرتبطة ببعضها بعلاقات بسيطة ،

ومعرفة حداها يحدد باقيها.

ملحوظة : هذه الدروس للتدريب العملي و التنفيذ

(الدرس الرابع)

====================================

الخصائص النووية لبعض العناصر

====================================

الخصائص النووية ليعض العناصر و التى تستخدم فى القذف النووي

(١

الذهب
نواة الذهب تبعد عنها النيترونات بعيدا
بينما تستطير جسيمات ألفا عند أقترابها من ذرات الذهب

(٢

الكوبلت
يمتص و يشع أشعة جاما

(٣

البريليوم
عاكس لجسيمات ألفا
و البروتونات
و الألكترونات
و النيترونات

و مهدئ للتفاعلات النوويه

مصدر للنيترونات و أشعة أكس..

(٤

الكادميوم و البورون و الأنديوم
عناصر شرهه لأمتصاص النيترونات

٥)

شمع البرافين (الكان)

-غنى بالهيدروجين ، الذى تسهل إثارة أنويته .. و أطلاقها..
-عندما تصطدم النيترونات بالبرافين .. تنطلق البروتونات .. (H+) مكتسبة طاقة النيترونات..

٦)

كبريتات النوشادر
غنيه بالدوترونات (1H2)

==

يستخدم الراديوم فى القذف النيترونى .. مع الباريوم ..
حيث قيمة أشعاعه من النيترونات تعادل 2.000.000 ضعف لليورانيوم..

==

لبللورة الزيركون أحزمة تحيطها تشبه تماما احزمة فان آلن التى تحيط بالأرض..
و التى تحميها من قذف أنوية الأشعه الكونيه...

==

و لقد أكتشف جبل ضخم بالبرازيل مللئ ببلورات ضخمه للزيركون..
و بعض البللورات بلغ نصف قطرها ٢سم و طولها ١٠ سم..
و هو من أحجار ناريه..
فثمنت الأحجار بكراره بإيطاليا..
ثم أنتشرت تحت أسم لابلادورا ..

الدرس الخامس

البللورات الكاشفة

==

(١

يوديد الصوديوم - المنشط بالثاليوم
يتلألأ بإصابته بالأشعه الذريه .. أيا كانت

(٢

كبريتيد الرصاص:
يتفسفر بتعرضه لتحت الحمراء

(٣

كلوريد الأمونيوم
ينتج الميكروويف..

(٤

كبريتات الزنك - الويلميت

يتفسفر بأستمرار عند تعرضه لأشعة فوق البنفسجيه و بضوء أخضر..

(٥

كربونات الكالسيوم
تتفسفر بأستمرار عند تعرضها لأشعة فوق البنفسجيه و بضوء أحمر

(قرمزى..)

٦)

كبريتيد النحاس
يتفسفر بأستمرار عند تعرضه لأشعة فوق البنفسجيه و بضوء تراكواز..

٧)

كبريتيد الزنك
يضئ عند تعرضه لأشعة بيتا السالبه بفلوريس أحمر

٨)

كبريتات الكينين
يضئ عند تعرضه لأشعة بيتا السالبه بفلوريس أزرق

٩)

الكلوروفيل:
يضئ عند تعرضه لأشعة بيتا السالبه بفلوريس أخضر

الدرس السادس

(Critical Mass - الكتلة الحرجة)

(The amount of fissionable material - كمية المادّةِ الانشطارية)
(needed to support a chain reaction -المطلوبة لدَعْمِ تفاعل متسلسل)

==

إنَّ انشطار النوى الثقيلةِ يُصدرُ كمياتَ كبيرةَ مِنْ الطاقةِ. هذا لأن في انشطار النوى تتحول بعض الكتلةِ إلي الطاقةِ. على سبيل المثال في (u-235) و هي نواة كتلتهاُ حوالي (.kg 3.9×10^{-25} t) ، و عندما تمر هذه النواةِ بانشطار مثالي حوالي (kg 3.3×10^{-28}) فإنه (حوالي ٢٠ % من الكتلةِ تتحول إلي نيوترونات أو بروتونات) و بالتالي تصدر طاقةِ ، وباستعمال قانون آينشتاين (. $E = mc^2$) - الطاقة المتحصلة من كتلة معينة تساوي حاصل ضرب هذه الكتلة بالجرام في مربع سرعة الضوء بالسنتيمتر/ثاني ، يُمْكِنُ حِسْاب الطاقةَ التي تُصدرُ لكلّ نواة ، لنجد :

$$E = (3.3 \times 10^{-28}\ kg)(3.0 \times 10^{8}\ m/s)^2 = 3.0 \times 10^{-11}\ kg{\cdot}m^2/s^2 \text{ or } J$$

الآن هذا العددِ صغير جداً ، لكن لنَتذكّرُ بأنّ هذه الطاقةُ صدرتْ عن نواة واحدة فقط من (U-235) ، فماذا لو أنشطر كيلو جرام واحد من (U-235) ؟

إن كيلو جرام واحد من (U-235) يَحتوي علي حوالي (2.56×10^{24}) نواة :

$$\therefore \left(\frac{3.0 \times 10^{-11}\,J}{nuclei}\right)\left(\frac{2.56 \times 10^{24}\ nuclei}{1\ kg\ U\text{-}235}\right) = \frac{7.7 \times 10^{13}\,J}{kg\ U\text{-}235}$$

للتَمثيل بشكل أكثر فهماً يمكننا أن نَعتبرُ ذلك في ($1\ KWH = 3.6 \times 10^{6}\ J.$)

$$\therefore \left(\frac{7.7 \times 10^{13}\,J}{1\ kg\ U\text{-}235}\right)\left(\frac{1\ KWH}{3.6 \times 10^{6}\,J}\right) = \frac{2.1 \times 10^{7}\ KWH}{1\ kg\ U\text{-}235}$$

فإذا أفترضنا الاستهلاك الكهربائيَ السنويَ المتوسطَ للبيتِ المثالي (5000 KWH.) فإن انشطار كيلو جرامِ واحد من (U-235) يُزوّدنا بطاقةَ مقدارها :

$$(1\ kg\ U\text{-}235)\left(\frac{2.1 \times 10^{7}\ KWH}{1\ kg\ U\text{-}235}\right)\left(\frac{1\ home}{5000\ KWH}\right) = 4200 \text{ homes for one year}$$

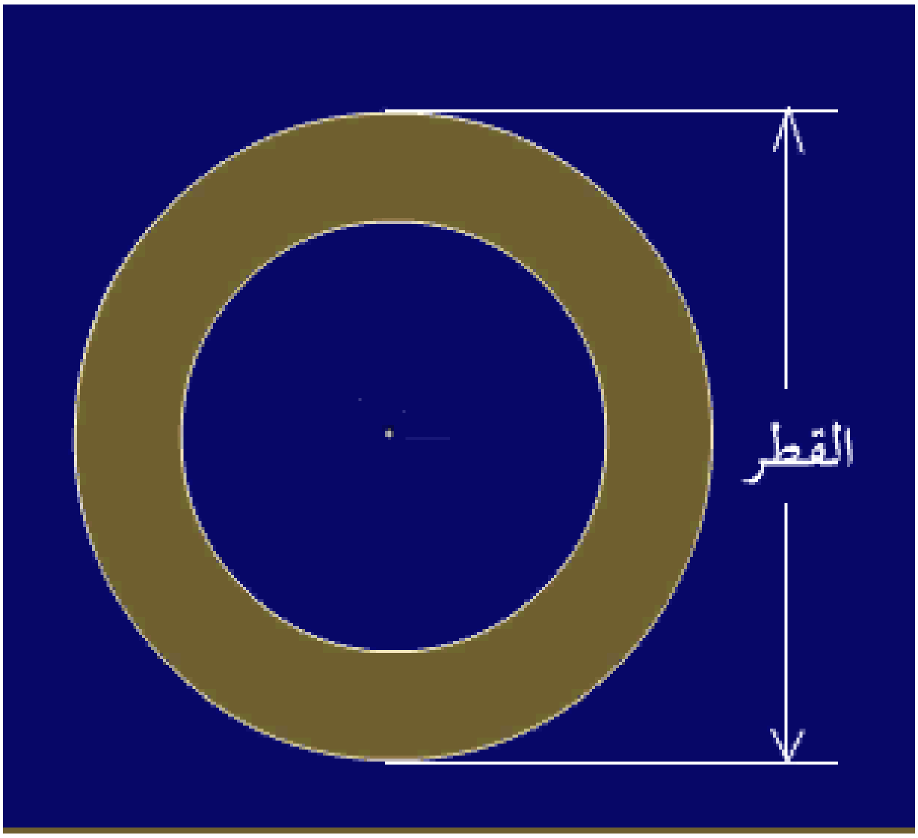
لقد خمن (Peierl و Frisch) أن القيم الفعليّة للكتلة الحرجةِ يُمْكِنُ أنْ تُخفّضَ باستعمال غلاف سميك مِنْ اليورانيوم الطبيعيِ الذي يحيطَ بالكتلةَ الحرجةَ .

	Bare	Tamped	Tamped Sphere Size
U-235	56 kg	15 kg	11.5 cm diameter
Pu-239	11 kg	5 kg	8 cm diameter

bare - عاري
tamped – مَحْشُو

$$Gm^2=ke^2=hc$$

حيث
ثابت الجذب العام = G
لكتلة = m
ابت كولوم = k
الشحنة = e
ثابت بلانك = h
سرعة الضوء = c

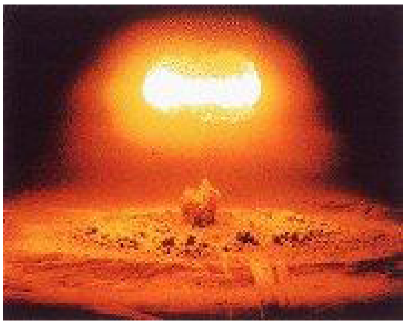


الدرس السابع

==

تصنيع السلاح النووي

==



مستندات ومخططات القنبلة الذرية

Breakdown of the Atomic Bomb's Blast Zones

==

محتويات الدراسة

القنبلة الذرية- نبذة تاريخية

(١)
تطوير أول قنبلة ذرية
(مشروع مانهاتن)

في الثاني من اغسطس سنة ١٩٣٩ وقبل بداية الحرب العالمية الثانية مباشرة، كتب ألبرت أينشتاين للرئيس فرانكلين روزفلت. وكان أينشتاين وعدة علماء آخرين قد أخبروا روزفلت عن المجهودات التي قام بها النازيون في ألمانيا من أجل تنقية اليورانيوم ٢٣٥ أو U-235 والذي يمكن أن يؤدي إلى بناء القنبلة الذرية. وكان بعدها وبوقت قليل بدات حكومة الولايات المتحدة

الأمريكية بإجراءات جدية عرفت بمشروع منهاتان. وكان هذا المشروع ببساطة يهدف لعملية تطوير أبحاث من أجل إنتاج قنبلة ذرية حقيقية. إن أعقد شيء كان يجب انجازه هو انتاج كميات معقولة من اليورانيوم المشبع من نوع ٢٣٥ كي يحافظ على استمرارية التفاعل أو الإنشطار الذري. في ذلك الوقت كان من الصعب جدا استخراج اليورانيوم نوع ٢٣٥. وفي الواقع، فإن نسبة التحويل من خام اليورانيوم المستخرج من الطبيعة إلى معدن اليورانيوم هو ٥٠٠ إلى ١ ناهيك أمرا سلبيا آخر هو أن جزءا واحدا من من اليورانيوم الذي تمت تنقيته من خام اليورانيوم يحتوي على أكثر من ٩٩% يورانيوم من نوع ٢٣٨(U-238)، والذي يعتبر من ناحية عملية غير ذي فائدة للقنبلة الذرية.
ولكي تتعقد الأمور أكثر فإن كل من اليورانيوم U-238 وU-235 متشابهين في تكوينهما الكيماوي. وهذا يعني تصعيب عملية الفصل أكثر. يمكن تمثيل الأمر بصعوبة فصل محلول السكروز من محلول الجلوكوز. لا توجد طريقة فصل كيماوية يمكن أن تفصل هذين النظيرين. وحدها الطريقة الميكانيكية هي ذات الفعالية القادرة على فصل U-235 من U-238. وقد أمكن علماء عديدون من جامعة كولومبيا من حل هذه المعضلة.
تم انشاء وحدة تخصيب اليورانيوم في منطقة أوك ريدج في ولاية تينيسي. وابتدع devised إتش سي أوري مع مجموعة من زملاءة ومساعدين له نظام يعمل على أسس gaseous diffusion. تبع هذه العملية أن إرنست لورنس وهو مخترع السيكلوترون Cyclotron من جامعة كاليفورنيا في بيركلي استخدم عملية تتضمن الفصل المغناطيسي للنظيرينisotopes . تبع هاتين العمليتين استعمال طريقة الطرد المركزي الغازي gas centrifuge وذلك من أجل فصل المزيد من اليورانيوم U-235 الأخف من اليورانيوم U-238 الأكثر وزنا وغير القابل للإنشطار وذلك بواسطة الفرق في كتلة كل منها.
بمجرد أن اكتملت الإجراءات، كل ما كان مطلوبا عمله هو أن تضع الأفكار والطرق المذكورة كلها تحت الإختبار من أجل القيام بالإنشطار الذري، مزيد من التفصيلات حول تلك الطرق سنأتي إليها لاحقا.
وخلال فترة عمل استغرقت ست سنوات بدأت منذ سنة ١٩٣٩ وحتى سنة ١٩٤٥، فإن أكثر من ٢ مليون دولار صرفت على مشروع مانهاتان. إن المعادلات والقواعد الخاصة بتنقية اليورانيوم ووضع مكونات القنبلة الذرية معا لجعلها في حيز الوجود قد تم تطويرها وإيجادها كما رأيناها وذلك بواسطة عقول عظيمة في هذا الزمن. من ضمن هؤلاء الذين أطلقوا العنان لعقولهم لإيجاد هذه القنبلة هو جي روبيرت أوبنهايمر. أوبينهايمر كان القوة الأساسية خلف مشروع ماناتان. وقد أدار هذا المشروع بكل حرفيته، مستفيدا من العقول الأخرى معه والتي جعلها تعمل بأقصى طاقة لها. لقد تابع المشروع كاملا من بدايته وحتى اكتماله. وأخيرا جاء اليوم الذي وجد فيه الجميع في لاس ألاموس ما إذا كانت تلك "الأداة" التي يقومون بتصنيعها عملاق القرن العشرين الفارغ والعديم القيمة أم لربما تقوم بإنهاء الحرب العالمية. حتى جاء ذلك الصباح القاتل في منتصف صيف ١٩٤٥.
في الساعة ٥:٢٩:٤٥ حسب التوقيت المحلي لمنطقة الجبال أيام الحرب، في يوم السادس عشر من يوليو ١٩٤٥، امتدت كتلة نار بيضاء من حوض جبال "جيميز" في شمال "نيو ماكسيكو" إلى عنان السماء التي كانت لا تزال مظلمة لتعلن تلك "الأداة" الدخول إلى عصر الذرة.
إن ضوء التفجير تحول بعدها إلى برتقالي حيث بدأت كرة النار الذرية تندفع بشدة للأعلى وبسرعة ٣٦٠ قدما في الثانية، ثم بدأ لونها في الإحمرار ثم بدأ اللون يتقطع حيث بدأت النار تبرد. وظهرت غيمة على شكل مشروم مكونة من بخار مشع بارتفاع ثلاثون ألف قدم. وتحت الغيمة فإن كل ما تبقى من

تراب مكان التفجير هو قطع زجاجية ذات نشاط إشعاعي ولها لون أخضر. وكل هذا نتج بفعل الحرارة الشديدة الناجمة عن هذا الفعل
لقد اخترق ذلك الضوء الناجم عن التفجير سماء ذلك الصباح الباكر بلمان غاية في الشدة لدرجة أن ساكني المناطق المجاورة والواقعة بعيدا عن مكان التفجير يمكن أن يحلفوا لك بأن الشمس قد اتت مرتين في ذلك اليوم. وقد كان من أشد الأمور غرابة أن فتاة عمياء رأت الوميض من على بعد ١٢٠ ميلا. ومن مراقبة ذلك التفجير فإن رد الفعل لدى العلماء الذي أوجدوه كان مختلطا. إزيدور رابي شعر بأن توازن الطبيعة قد اختل، وكأن الجنس البشري قد أصبح شيئا مهددا لكل قاطني العالم. جي روبرت أوبينهيدر ومن خلال بهجته بنجاح المشروع، ذكر ما قاله بهاجفاد جيتا: "أنا أصبحت الموت" "محطم العالم" أما كين بينبريدج وهو مدير التجارب فقد قال لأبينهايمر " الآن فنحن جميعا أولاد كلبة"
كثير من العلماء والمشاركين في هذا المشروع وبعد أن شاهدوا النتائج، وقعوا على التماسا لإزالة ذلك الموحش الذي أوجدوه، ولكن اعتراضاتهم لم تلق إلا أذنا طرشاء. بعدها لم يكن موقع التجارب المميت في نيو ماكسيكو هو آخر المواقع على الكرة الأرضية التي تجرى فيها التجارب الذرية.

التفجير الذري

(١)
هيروشيما

وكما يعلم معظم الناس، فإن القنبلة الذرية قد استعملت مرتين. التفجير الأول والأكثر شهرة كان في مدينة هيروشيما. فقد أسقطت قنبلة يورانيوم تزن أكثر من ٤,٥ طن وأخذت اسما هو "ليتيل بوي" على هيروشيما في السادس من أغسطس سنة ١٩٤٥. وقد أختير جسر أيووي وهو واحد من ٨١ جسرا تربط السبعة أفرع في دلتا نهر أوتا ليكون نقطة الهدف. وحدد مكان الصفر لأن يكون على ارتفاع ١٩٨٠ قدما. وفي الساعة الثامنة وخمس عشر دقيقة تم إسقاط القنبلة من إينولا جيي. وقد أخطأت الهدف قليلا وسقطت على بعد ٨٠٠ قدم منه. في الساعة الثامنة وست عشر دقيقة وفي مجرد ومضة سريعة كان ٦٦٠٠٠ قد قتلوا و٦٩٠٠٠ قد جرحوا بواسطة التفجير المتكون من ١٠ كيلو طن.
كانت الأبخرة الناجمة عن التفجير ذات قطر يقدر بميل ونصف. وسبب التفجير تدميرا بالكامل لمساحة قطرها ميل. كما سبب تدميرا شديدا لمساحة قطرها ميلين. وفي مساحة قطرها ميلين ونصف احترق تماما كل شيء قابل لأن يحترق. ما تبقي من منطقة التفجير كان متوهجا أو محمرا من الحرارة الشديدة. اللهب كان ممتدا لأكثر من ثلاثة أميال قطرا.

(٢)
ناجازاكي

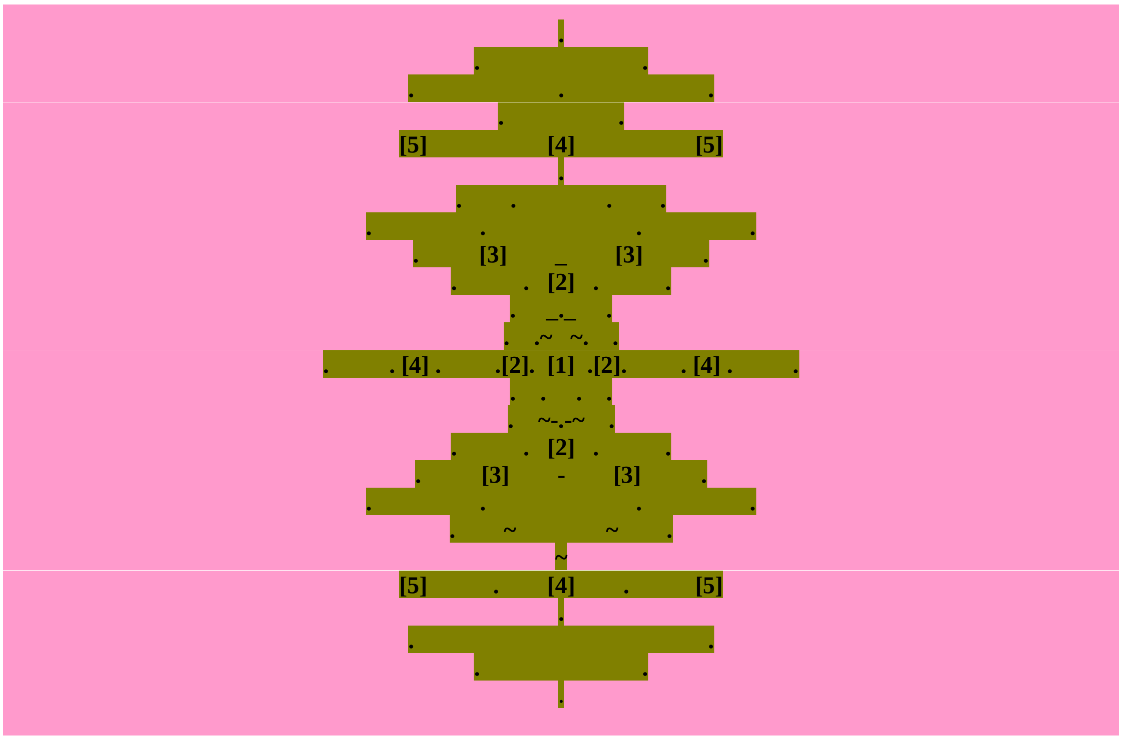
في التاسع من اغسطس سنة ١٩٤٥، تمت معاملة مدينة ناجازاكي مثل مدينة هيروشيما، مع الفرق هذه المرة بأن قنبلة بلوتونيوم هي التي أسقطت عليها. أطلق على القنبلة إسم "فات مان". وحتى هذه المرة فقد أخطأت هدفها بمقدار ميل ونصف. ومع ذلك فقد كان في وسط المدينة تقريبا. وفي جزء من الثانية فقد انخفض عدد سكانها من ٤٢٢ ألفا إلى ٣٨٣

ألفا. إن ٣٩ ألفا قتلوا، و ٢٥ألفا جرحوا. كان هذا التفجير اقل قليلا من ١٠ كيلو طن. التقديرات من الفيزيائيين الذين درسوا كل من التفجيرين قدروا بأن القنابل التي سقطت قد استخدمت فقط ١من عشرة من واحد في المائة من قدرتها التفجيرية.

(٣)
المنتجات الثانوية للتفجيرات الذرية

وبينما مجرد التفجير الذري هو قاتل بما فيه الكفاية، إلا أن قدرته التدميرية لا تتوقف عند ذلك. فالغبار الذري المتساقط يخلق مخاطر أخرى أيضا. إن المطر الذي يعقب أي تفجير ذري يكون محملا بجزيئات ذات نشاط إشعاعي. إن كثير ممن بقوا على قيد الحياة من انفجار هيروشيما وناجازاكي استسلموا للتسمم بالإشعاع الناجم عنه.
الإنفجار الذري أيضا له مفاجئات خفية قاتلة وذلك بتأثيره على الأجيال المستقبلية التابعة للذين عايشوه. سرطان الدم أو اللوكيميا يعتبر ضمن أعظم بلاء ينتقل لأبناء هؤلاء الذين بقوا على قيد الحياة بعد الإنفجار.
وبينما السبب الرئيسي خلف القنبلة الذرية واضح، فإن هناك مخلفات جانبية اصبح لها إعتبارها عند استعمال الأسلحة الذرية. فبمجرد قنبلة ذرية صغيرة فإن منطقة ضخمة بما فيها من مواصلات واتصالات ومعدات وغيرها قد أصبحت فجأة ميتة تماما، وهذا راجع بسبب إحداث نبضات كهروماغناطيسية تم إشعاعها من التفجير الذري من إرتفاع عال. وهذا النوع من التفجيرات من مستوى عال تقوم بإحداث نبضات كهروماغناطيسية بما يكفي لإتلاف أي شيء إلكتروني إبتداء من أسلاك الكهرباء أو أي جهاز الكتروني وأي نوع من معالجات
في الأيام الأولى من بداية عصر الذرة كان يظن بأنه سيأتي يوم تستخدم فيه الذرة لأغراض تساعد الإنسان في حياته كأن تستعمل قوة الذرة في شق القنوات الكبيرة مثل قناة بنما أو خلافه، ولكن الآن لا حاجة للقول بأن هذا اليوم لم يأتي أبدا. وبدلا من ذلك فإن الإستخدامات الذرية من أجل التدمير قد زادت. وهناك التجارب الذرية في مناطق مختلفة من العالم ستستمر ما لم يوضع قانون يحرمها.

(٤)
تحليل مناطق الإنفجار في القنبلة الذرية



١- نقطة التبخير
إن كل شيء موجود هنا يتبخر بواسطة الإنفجار الذري

سرعة الهواء ٣٢٠ ميلا في الساعة

الضغط زائد بنسبة ٩٨%

٢- التدمير الكلي

سرعة الهواء ٢٩٠ميلا في الساعة

المنشئآت يتم تسويتها بالأرض تماما
الضغط لزائد بنسبة ٩٠%

٣- الإنفجار تدمير حاد بسبب

الأنهار يمكن أن تنساب بعكس اتجاهها العادي
تدمير شديد لجسور الطرق السريعة
سرعة الهواء ٢٦٠ ميلا في الساعة
المصانع والمباني الكبيرة تنهار
الضغط الزائد يزيد بنسبة ٦٥%
نسبة الجرحى ٣٠%

٤- الحرارة تدمير حاد بسبب

هذه المنطقة يختنقون بسبب حقيقة أن الأوكسجين المتوفر تستهلكه النيران

نسبة الأمان ٥٠%

إن أي شيء هنا قابل للإحتراق يحترق

سرعة الهواء ١٤٠ ميلا في الساعة
الضغط زائد بنسبة ٤٥%

٥- الهواء يسحب النيران

معظم من بقي حيا أصيب بحروق من الدرجة الثانية و الثالثة
١٥% موتي
دمرت المباني السكنية
سرعة الهواء ٩٨ ميلا في الساعة
الضغط الجوي يزيد بمقدار ٣٥%

نصف قطر منطقة الإنفجار
ثلاثة أنواع من القنابل

-[10 KILOTONS]-	-[1 MEGATON]-	-[20 MEGATONS]-
Airburst - 1,980 ft	Airburst - 8,000 ft	Airburst - 17,500 ft
[1] 0.5 miles	[1] 2.5 miles	[1] 8.75 miles
[2] 1 mile	[2] 3.75 miles	[2] 14 miles
[3] 1.75 miles	[3] 6.5 miles	[3] 27 miles
[4] 2.5 miles	[4] 7.75 miles	[4] 31 miles
[5] 3 miles	[5] 10 miles	[5] 35 miles



الإنشطار النووي/ الإندماج النووي
Nuclear Fission/Nuclear Fusion

الإنشطار Fission (القنبلة الذرية(A-Bomb)) والإندماج Fusion (القنبلة الهيدروجينية(H-Bomb))

هناك نوعين من الإنجارات الذرية يمكن أن انجازها بواسطة اليورانيوم ٢٣٥ "U-235" وهي الإنشطار والإندماج.
الإنشطار ببساطة هو التفاعل النووي الذي فيه تنقسم نواة الذرة إلى شظايا، وعادة تكون إثنتين ذات كتل متساوية، مع نشوء حوالي ١٠٠ مليون إلى عدة مئات من ملايين فولتات الطاقة. هذه الطاقة تنقذف متفجرة وبعنف شديد في القنبلة الذرية.
الإندماج هو تفاعل يبدأ بثبات بتفاعل إنشطاري، ولكن بخلاف الإنشطار الذري فإن الإندماج (القنبلة الهيدروجينية) تستمد قوتها من اندماج أنوية النظائر المختلفة للهيدروجين لتكوين نواة هيليوم. وكون القنبلة في هذا القسم هي بالتحديد ذرية، فإن المكونات الأخرى من القنبلة الهيدروجينية ستكون موضوعة جانبا في هذا الوقت.

إن القوة الهائلة خلف التفاعل في القنبلة الذرية ينتج من القوى التي تجعل الذرة متماسكة مع بعضها. هذه القوى مماثلة ولكن ليست تماما للمغناطيسية.
الذرات تتألف من ثلاث أجزاء أقل. البروتونات وكلستر النيوترونات معا تكونان النواة (الكتلة المركزية) الخاصة بالذرة، بينما الإلكترونات تدور حول النواة، وهي تشبة في ذلك الكواكب حول الشمس. إن هذه المكونات هي التي تحدد الثبات في الذرة.
إن معظم عناصر الطبيعة لها ذرات ذات ثبات كبير، وبالتالي فإنه من المستحيل أن تنقسم إلا بواسطة قصفها بواسطة الجزيئات الحافزة. ولجميع الأغراض العملية، فإن العنصر الحقيقي الذي يمكن لذرته أن تنشطر بتساو وسهولة هو معدن اليورانيوم.
ذرات اليورانيوم على غير العادة كبيرة الحجم، ولهذا السبب فإن من الصعب عليها أن تبقى معا بثبات. وها يجعل اليورانيوم ٢٣٥ هو الشئء المناسب تماما للإنشطار النووي.
اليورانيوم معدن ثقيل وهو أثقل من الذهب، وليس فقط له أكبر الذرات حجما منأي معدن طبيعي آخر، فأيضا الذرات التي يتكون منها اليورانيوم بها نيوترونات أكثر بكثير من البروتونات. وهذا لا يحفز قدرتها للإنشطار ولكن يعطيها احتمالا أكثر أهمية في قدرتها لتسهيل الإنفجار.
هناك نظيرين لليورانيوم. إن اليورانيوم الطبيعي يتكون غالبا من النظير ٢٣٨، والذي به ٩٢ بروتون و١٤٦ نيوترون "٩٢+١٤٦=٢٣٨". وتجد ممزوجا مع هذا النظير نسبة ٠،٦% من اليورانيوم نوع نظير ٢٣٥، والمحتوي فقط على ١٤٣ نيوترونا. هذا النظير، بخلاف اليورانيوم ٢٣٨ له ذرات يمكن أن تنشطر، ولهذا يطلق عليه مصطلح قابل للإنشطار، ومفيد في صنع القنابل الذرية. وحيث أن اليورانيوم U-238 هو ذو النيوترون الثقيل، فإن ذلك يعكس النيوترونات بدلا أن يمتصها مثل ما يفعل أخيه النظير U-235.
اليورانيوم من نوع U-238 لا يخدم أي عمل في مهمات التفاعل الذري، ولكن خصائصه تجعله يزودنا بغلاف واقي ممتاز لليورانيوم U-235 وذلك عند إنشاء القنبلة كعاكس للنيوترونات. وهذا يساعد في الوقاية من تصادف حدوث سلسلة تفاعل بين اليورانيوم ٢٣٥ ذو الكتلة الأكبر ورصاصتها المتممة لها داخل القنبلة. لاحظ أيضا أنه بينما اليورانيوم ٢٣٨ لا يخدم التفاعل

المتسلسل، فإنه يمكن أن يكون المادة المشبعة بالنيوترونات لإنتاج البلوتونيوم (Pu-239). والبلوتونيوم مادة قابلة للإنشطار ويمكن أن تستعمل في مكان اليورانيوم ٢٣٥ (وإن يكن مع نوع آخر من المفجرات) في القنبلة الذرية.
إن كل من نوعي اليورانيوم مشع بطبيعته. وذراتهما الثقيلة تتحلل على مدى فترة زمنية. وإذا ما أعطيا فترة كافية من الزمن (أكثر بكثير
جدا من مئات الألوف من السنين) فإن اليورانيوم في الواقع يفقد أجزاء كثيرة منه للدرجة أنه سيتحول إلى معدن آخر هو الرصاص. ومع ذلك فإن عملية الإنحلال يمكن تسريعها بالعملية المعروفة بإسم التفاعل التسلسلي chain reaction. الذرات تجبر على الإنشطار بواسطة النيوترونات التي تأخذ طريقها بقوة إلى النواة. إن ذرة اليورانيوم ٢٣٥ تكون غير مستقرة لدرجة أن صدمة من نيوترون واحد كاف لأن يقسمها وبالتالي يتسبب في حدوث التفاعل المتسلسل (بسبب تحرر نيوترونات أكثر). وهذا يمكن أن يحدث حتى عندما (نسبيا أقل) تتواجد كتل حرجة.
عندما يحدث هذا التفاعل المتسلسل، فإن ذرة اليورانيوم تنشطر إلى ذرتين أصغر من عناصر مختلفة مثل الباريوم والكريبتون.
عندما تنقسم ذرة اليورانيوم ٢٣٥، فإنه ينتج عنها طاقة بشكل حرارة وإشعاع من نوع جاما، والذي يعتبر هو أقوى شكل من أشكال الإشعاع وأكثرها إماتة. وعندما يحدث هذا التفاعل، فـ'ن الذرة المنقسمة ستعطي أيضا أثنين أو ثلاثة من نيوتروناتها "الزائدة"، والتي لا يحتاج إليها لعمل الباريوم أو الكريبتون. هذه النيوترونات الزائدة تطير خارجا بقوة كافية كي تشطر ذرات أخرى تصادفها في طريقها. (أنظر إلى الرسم في الأسفل). ونظريا فإنه من الضروري القيام بشطر ذرة يورانيوم واحدة كي تقوم النيوترونات المنفصلة منها بشطر الذرات الأخرى، والتي هي بالتالي تخرج منها نيوترونات لشطر ذرات أخرى وهكذا. إن هذه المتوالية لا تتم في الواقع حسابيا ولكن بتوال هندسي. إن كل هذا سيحدث خلال جزء من مليون من الثانية.
إن أقل كمية كي تبدا التفاعل المتسلسل كما تم وصفه يعرف بالكتلة الحرجة العظمى SuperCritical Mass. والكتلة الفعلية التي يحتاج إليها لتسهيل هذا التفاعل المتسلسل تعتمد على نقاوة المادة، ولكن بالنسبة لليورانيوم ٢٣٥ النقي فإن هناك حاجة لخمسون كيلوجراما، ولكن لأنه لا يوجد يورانيوم نقي للغاية ولهذا ففي الواقع هناك حاجة لكمية أكبر.

رسم يمثل التفاعل المتسلسل

Reaction Diagram of a Chain

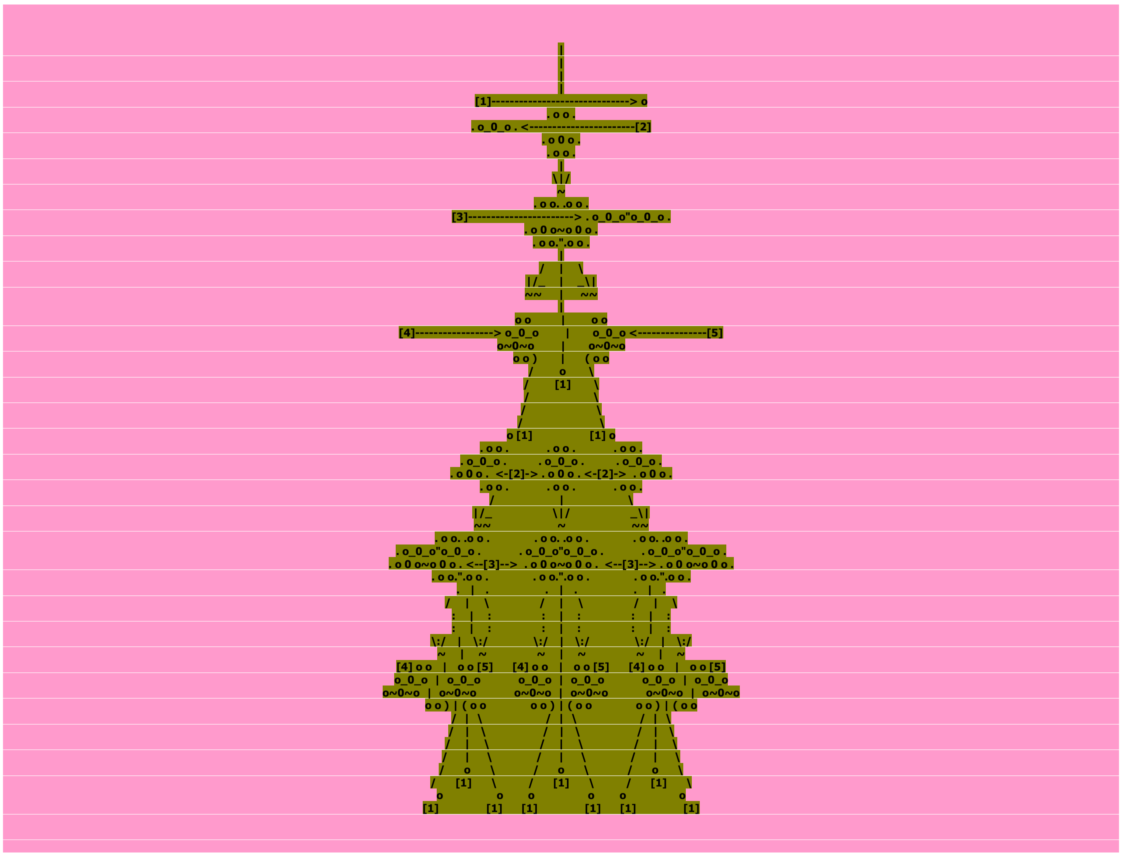
==

[1]

النيوترونات الداخلة

Incoming Neutron
[2]
يورانيوم ٢٣٥
Uranium-235

[3]
يورانيوم ٢٣٦
Uranium-236
[4]
ذرة باريوم
Barium Atom
[5]
ذرة كريبتون
Krypton Atom

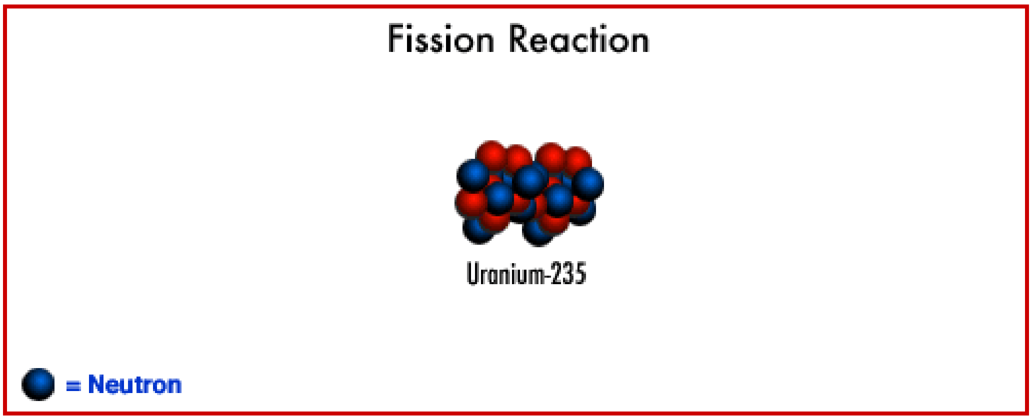




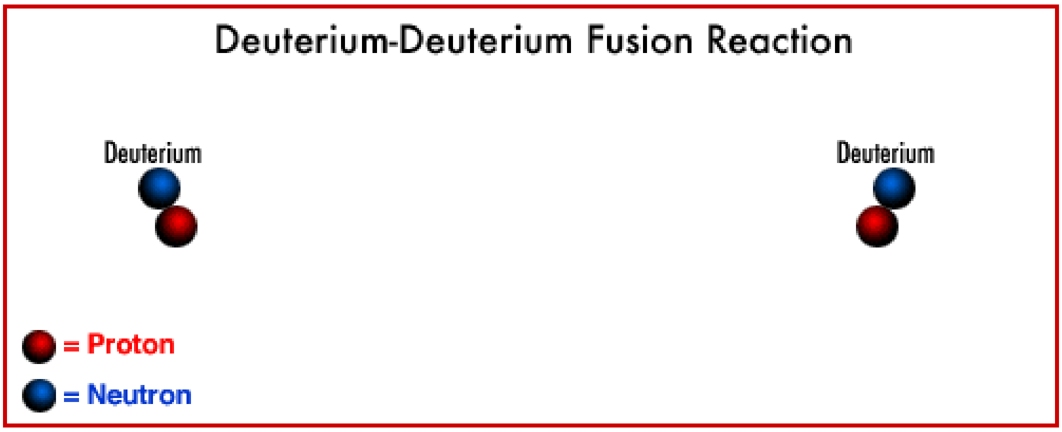
الإنشطار النووي/ الإندماج النووي
Nuclear Fission/Nuclear Fusion
الإنشطار Fission (القنبلة الذرية(A-Bomb)) والإندماج Fusion (القنبلة الهيدروجينية(H-Bomb))

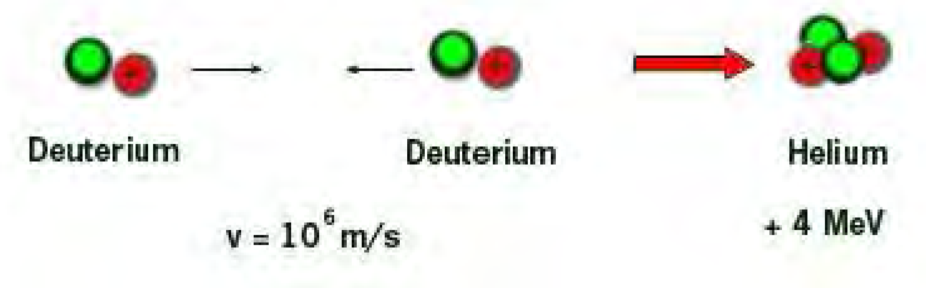
هناك نوعين من الإنجارات الذرية يمكن أن انجازها بواسطة اليورانيوم ٢٣٥ "U-235" وهي الإنشطار والإندماج.

الإنشطار ببساطة هو التفاعل النووي الذي فيه تنقسم نواة الذرة إلى شظايا، وعادة تكون إثنتين ذات كتل متساوية، مع نشوء حوالي ١٠٠ مليون إلى عدة مئات من ملايين فولتات الطاقة. هذه الطاقة تنقذف متفجرة وبعنف شديد في القنبلة الذرية.



الإندماج هو تفاعل يبدأ بثبات بتفاعل إنشطاري، ولكن بخلاف الإنشطار الذري فإن الإندماج (القنبلة الهيدروجينية) تستمد قوتها من اندماج أنوية النظائر المختلفة للهيدروجين لتكوين نواة هيليوم. وكون القنبلة في هذا القسم هي بالتحديد ذرية، فإن المكونات الأخرى من القنبلة الهيدروجينية ستكون موضوعة جانبا في هذا الوقت.





إن القوة الهائلة خلف التفاعل في القنبلة الذرية ينتج من القوى التي تجعل الذرة متماسكة مع بعضها. هذه القوى مماثلة ولكن ليست تماما للمغناطيسية.
الذرات تتألف من ثلاث أجزاء أقل. البروتونات وكلستر النيوترونات معا تكونان النواة (الكتلة المركزية) الخاصة بالذرة، بينما الإلكترونات تدور حول النواة، وهي تشبة في ذلك الكواكب حول الشمس. إن هذه المكونات هي التي تحدد الثبات في الذرة.
إن معظم عناصر الطبيعة لها ذرات ذات ثبات كبير، وبالتالي فإنه من المستحيل أن تنقسم إلا بواسطة قصفها بواسطة الجزيئات الحافزة. ولجميع الأغراض العملية، فإن العنصر الحقيقي الذي يمكن لذرته أن تنشطر بتساو وسهولة هو معدن اليورانيوم.
ذرات اليورانيوم على غير العادة كبيرة الحجم، ولهذا السبب فإن من الصعب عليها أن تبقى معا بثبات. وها يجعل اليورانيوم ٢٣٥ هو الشئء المناسب تماما للإنشطار النووي.
اليورانيوم معدن ثقيل وهو أثقل من الذهب، وليس فقط له أكبر الذرات حجما منأي معدن طبيعي آخر، فأيضا الذرات التي يتكون منها اليورانيوم بها نيوترونات أكثر بكثير من البروتونات. وهذا لا يحفز قدرتها للإنشطار ولكن يعطيها احتمالا أكثر أهمية في قدرتها لتسهيل الإنفجار.
هناك نظيرين لليورانيوم. إن اليورانيوم الطبيعي يتكون غالبا من النظير ٢٣٨، والذي به ٩٢ بروتون و١٤٦ نيوترون "٩٢+١٤٦=٢٣٨". وتجد ممزوجا مع هذا النظير نسبة ٠،٦% من اليورانيوم نوع نظير ٢٣٥، والمحتوي فقط على ١٤٣ نيوترونا. هذا النظير، بخلاف اليورانيوم ٢٣٨ له ذرات يمكن أن تنشطر، ولهذا يطلق عليه مصطلح قابل للإنشطار، ومفيد في صنع القنابل الذرية. وحيث أن اليورانيوم U-238 هو ذو النيوترون الثقيل، فإن ذلك يعكس النيوترونات بدلا أن يمتصها مثل ما يفعل أخيه النظير U-235.
اليورانيوم من نوع U-238 لا يخدم أي عمل في مهمات التفاعل الذري، ولكن خصائصه تجعله يزودنا بغلاف واقي ممتاز لليورانيوم U-235 وذلك عند إنشاء القنبلة كعاكس للنيوترونات. وهذا يساعد في الوقاية من تصادف حدوث سلسلة تفاعل بين اليورانيوم ٢٣٥ ذو الكتلة الأكبر ورصاصتها المتممة لها داخل القنبلة. لاحظ أيضا أنه بينما اليورانيوم ٢٣٨ لا يخدم التفاعل المتسلسل، فإنه يمكن أن يكون المادة المشبعة بالنيوترونات لإنتاج البلوتونيوم (Pu-239). والبلوتونيوم مادة قابلة للإنشطار ويمكن أن تستعمل في مكان اليورانيوم ٢٣٥ (وإن يكن مع نوع آخر من المفجرات) في القنبلة الذرية.
إن كل من نوعي اليورانيوم مشع بطبيعته. وذراتهما الثقيلة تتحلل على مدى فترة زمنية. وإذا ما أعطيا فترة كافية من الزمن (أكثر بكثير جدا من مئات الألوف من السنين) فإن اليورانيوم في الواقع يفقد أجزاء كثيرة منه للدرجة أنه سيتحول إلى معدن آخر هو الرصاص. ومع ذلك فإن عملية الإنحلال يمكن تسريعها بالعملية المعروفة بإسم التفاعل التسلسلي chain

reaction . الذرات تجبر على الإنشطار بواسطة النيوترونات التي تأخذ طريقها بقوة إلى النواة. إن ذرة اليورانيوم ٢٣٥ تكون غير مستقرة لدرجة أن صدمة من نيوترون واحد كاف لأن يقسمها وبالتالي يتسبب في حدوث التفاعل المتسلسل (بسبب تحرر نيوترونات أكثر). وهذا يمكن أن يحدث حتى عندما (نسبيا أقل) تتواجد كتل حرجة.
عندما يحدث هذا التفاعل المتسلسل، فإن ذرة اليورانيوم تنشطر إلى ذرتين أصغر من عناصر مختلفة مثل الباريوم والكريبتون.
عندما تنقسم ذرة اليورانيوم ٢٣٥، فإنه ينتج عنها طاقة بشكل حرارة وإشعاع من نوع جاما، والذي يعتبر هو أقوى شكل من أشكال الإشعاع وأكثرها إماتة. وعندما يحدث هذا التفاعل، فإن الذرة المنقسمة ستعطي أيضا أثنين أو ثلاثة من نيوتروناتها "الزائدة"، والتي لا يحتاج إليها لعمل الباريوم أو الكريبتون. هذه النيوترونات الزائدة تطير خارجا بقوة كافية كي تشطر ذرات أخرى تصادفها في طريقها. (أنظر إلى الرسم في الأسفل). ونظريا فإنه من الضروري القيام بشطر ذرة يورانيوم واحدة كي تقوم النيوترونات المنفصلة منها بشطر الذرات الأخرى، والتي هي بالتالي تخرج منها نيوترونات لشطر ذرات أخرى وهكذا. إن هذه المتوالية لا تتم في الواقع حسابيا ولكن بتوال هندسي. إن كل هذا سيحدث خلال جزء من مليون من الثانية.
إن أقل كمية كي تبدا التفاعل المتسلسل كما تم وصفه يعرف بالكتلة الحرجة العظمى SuperCritical Mass. والكتلة الفعلية التي يحتاج إليها لتسهيل هذا التفاعل المتسلسل تعتمد على نقاوة المادة، ولكن بالنسبة لليورانيوم ٢٣٥ النقي فإن هناك حاجة لخمسون كيلوجراما، ولكن لأنه لا يوجد يورانيوم نقي للغاية ولهذا ففي الواقع هناك حاجة لكمية أكبر.
اليورانيوم ٢٣٥ (U-235) واليورانيوم ٢٣٨ (U-238) والبلوتونيوم

ليس اليورانيوم هو المادة الوحيدة المستعملة في صنع القنابل الذرية. هناك مادة أخرى هي عنصر البلوتونيوم، في النظير Pu-239. البلوتونيوم لا يوجد طبيعيا (عدا آثارضئيلة للغاية)، ويتم دائما صنعه من اليورانيوم. إن الطريقة الوحيدة لإنتاج البلوتونيوم من اليورانيوم هي القيام بمعالجة اليورانيوم ٢٣٨(U-238) من خلال المفاعل النووي. وبعد فترة من الزمن، فإن النشاط الإشعاعي المكثف يتسبب في جعل المعدن يأخذ جزيئات إضافية، وبالتالي فإن ذرات أكثر وأكثر تتحول إلى البلوتونيوم.
البلوتونيوم لن يبدأ التفاعل المتسلسل السريع بنفسه، ولكن هذه الصعوبة يمكن حلها بإيجاد مصدر نيوترونات، هذا المصدر يكون ذو نشاط إشعاعي عال بحيث يعطي هو النيوترونات أسرع من البلوتونيوم نفسه. وفي أنواع معينة من القنابل، فإن مزيج من عناصر البريليوم والبلوتونيوم يستعمل لإيجاد هذا التفاعل. ويحتاج فقط لقطعة صغيرة منه. المادة ليست قابلة للإنشطار بنفسها ولكن تعمل كمجرد عامل مساعد للتفاعل الأعظم.

ميكانيكية القنبلة

المفجر بالضغط الجوي

المفجر بالضغط الجوي يمكن أن يكون في غاية التعقيد من ناحية ميكانيكية، ولكن لكل الأغراض العملية فإنه يستعمل موديل بسيط. في الإرتفاعات العالية، يكون الهواء أقل ضغطا. وكلما انخفض الإرتفاع فإن ضغط الهواء يزداد. إن قطعة بسيطة رقيقة جدا من معدن ممغنط يمكن استعمالها كمفجر بالضغط الجوي. وكل ما هو يحتاج إليه هو أن يكون شريط المعدن على شكل فقاعة معدنية غاية في قلة السمك موجودة في المركز وأن يتم وضعها

مباشرة تحت أداة الإتصال الكهربية، والتي ستحرك زنادا لمفجر متفجرات عادية. وقبل أن يتم وضع هذا الشريط في مكانه، يتم دفع الفقاعة وبالتالي تعكس وضعها. وبمجرد أن يصل الضغط الجوي للمستوى المطلوب، فإن الفقاعة المغناطيسية ستنقذف للخلف إلى مكانها الأصلي ويبدأ فجأة الإتصال، وبهذا تكتمل الدائرة الكهربية لتقوم بعملية التفجير.

ميكانيكية القنبلة

١) جهاز قياس الإرتفاع Altimeter

الطائرات العادية تستعمل جهاز قياس ارتفاع من نوع البارومتر المعدني (غير المتضمن لسائل)، والذي يقيس التغيرات في ضغط الهواء على الإرتفاعات المختلفة. ولكن في الواقع أن تغيرات في ضغط الهواء يمكن أن تحدث بسبب حالة الطقس وبالتالي يمكن أن تتأثر قراءة جهاز الإرتفاع. من الأفضل كثيرا استعمال جهاز الرادار(أو الراديو) الخاص بقياس الإرتفاع وذلك من أجل الحصول على دقة أكبر عندما تصل القنبلة لنقطة الصفر الخاصة بالأرضGround Zero.
وبينما يعتبر جهاز الإف إم المعروف بإسم Frequency Modulated-Continuous Wave (FM CW) هو أكثر تعقيدا، إلا أن دقته تتعدى بكثير أي نوع من أجهزة قياس الإرتفاع. وكأي من أنظمة الذبذبة البسيطة، فإن الإشارات تصدر عن ايريال الرادار (والتي هو هنا القنبلة)، ترتد من الأرض وتصل ثانية لجهاز قياس الإرتفاع. نظام الذبذبة هذا يطبق في كقير من أجهزة قياس الإرتفاع المتطورة. فقط إن الإشارت تكون مستمرة ومركزة حول تردد عال مثل ٤٢٠٠ ميجاهيرتز. هذه الإشارات يتم ترتيبها لتزداد بثبات على ٢٠٠ ميجاهيرتز لكل فترة فاصلة قبل رجوعها لترددها الأصلي.
وعندما يبدأ سقوط القنبلة فإن جهاز الإرسال في جهاز قياس الإرتفاع يرسل ذبذبة تبدأ على ٤٢٠٠MHz. وخلال الوقت الذي تعود فيه الذبذبة فإن المرسل في جهاز قياس الإرتفاع يقوم بالإرسال على تردد أعلى. يعتمد الفرق على مدى الوقت الذي تأخذه الذبذبة لعمل رحلة العودة. وعندما تمتزج هذين الترددين إليكترونيا، فإن تردد جديد (الفرق بين الإثنين) ينشأ. القيمة لهذا التردد الجديد يقاس بواسطة قطع مايكروشيب كمبيوتر مثبتة. هذه القيمة تتناسب مباشرة مع المسافة التي استغرقتها سفر الذبذبة الأصلية. ولهذا يمكن استعمالها لإعطاء الإرتفاع الحقيقي.
ومن ناحية عملية، فإن الرادار من نوع FM CW يمكنه استيعاب ١٢٠مرة في الثانية. ومداه يمكن أن يصل إلى ١٠،٠٠٠ قدم (٣٠٠٠متر) فوق الأرض وضعف ذلك فوق البحر، حيث أن انعكاسات الصوت من أسطح الماء أكثر وطوحا.
إن دقة أجهزة قياس الإرتفاع هذه تكون في حدود ٥ أقدام (١,٥متر) للإرتفاعات العليا. وحيث أن الضربة الجوية للقنبلة الذرية عادة ما توضع من ارتفاع ١٩٨٠ قدم، لذا فإن عامل الخطأ هذا ليس ذو شأن هام.
التكلفة العالية لأجهزة قياس الإرتفاع من نوع الرادارات هذه منعت استعمالها للأغراض التجارية، ولكن انخفاض أسعار المكونات الإلكترونية ستجعلها مستقبلا منافسة مع الأنواع البارومترية.

رأس التفجير: (Detonating Head(s

رأس التفجير (أو رووس التفجير، حيث يتوقف ذلك على ما إذا كانت قنبلة يورانيوم أم بلوتونيوم هي المستعملة) ذلك الذي يوضع في شاحن التفجير

المعتاد هو مشابه للرأس المفجر العادي. ونادرا ما يعمل كعامل مساعد وذلك لإنتاج التفجير الضخم. ومعايرة هذه الأداة أمر هام. إن رأس التفجير الصغير سينتج عنه تفجير ضخم عديم القيمة وسيقوم بمضاعفة الخطر حيث أن أحدا عليه أن يقوم بتفكيكه وإعادة تركيب القنبلة برأس تفجير آخر.
(يضاف لهذا الخطورة التي تأتي إذا علمنا بأن المتفجرات العادية يمكن أن تكون قد انفجرت بقوة غير كافية للحم المعدن المشع. وهذا سينتج عنه كتلة حرجة للغاية يمكن أن تنفجر في أي لحظة).

رأس التفجير سيصله شحنة كهربية إما من المفجر بالضغط الجوي أو المفجر باستعمال رادار قياس الإرتفاع، ويعتمد على أي نوع من الأنظمة هي المستعملة. شركة دو بونت تصنع رؤوس تفجير ممتازة والتي يمكن تعديلها بسهولة لتلائم المواصفات المطلوبة.

شاحن التفجير المعتاد

(Explosive Charge(s Conventional

هذا المتفجر يستعمل لتقديم (ولحم) الكمية القليلة من اليورانيوم للكمية الأكبر داخل المكان المتواجد فيه بالقنبلة. (كمية الضغط المطلوبة لإحداث ذلك غير معروفة ويمكن أن تكون من الأسرار الحكومية لأسباب أمنية).

متفجرات البلاستيك تعمل أفضل ما تكون لهذا الغرض حيث يمكن معالجتها يدويا لكي تمكن كل من قنبلة اليورانيوم وكذلك البلوتونيوم من التفجير. وأحد المتفجرات الممتازة هو نترات اليوريا. وتعليمات كيفية صناعة نترات اليوريا هي كالآتي:

المكونات

كوب من محلول مركز من حمض اليوريك (H4 N4 O3)uric acid C5.

١/٣ (ثلث) كوب من حمض النيتريك acid nitric.

٤ أوعية حاويات زجاجية مقاومة للحرارة.

٤ مرشحات (مثل فلاتر القهوة).

قم بترشيح محلول حمض اليوريك من خلال المرشح وذلك كي تزيل الشوائب. ثم وببطء أضف ١/٣ (ثلث) كوب من حمض النيتريك للمحلول واترك المزيج يرتاح مدة ساعة. قم بعملية الترشيح مرة ثانية. اغسل البلورات بواسطة صب الماء عليها وهي لا تزال في المرشح. إزل البلورات من المرشح واتركها مدة ١٦ ساعة كي تجف. إن هذا المتفجر يحتاج إلى رأس تفجير كي ينفجر.

قد يكون من الضروري عمل كمية أكبر من تلك المذكورة في اللائحة هنا وذلك لإنتاج تفجير كبير كاف لأن يقوم بلحم قسمي اليورانيوم ببعضها لعمل الوحدة الساحقة.

رأس التفجير: Detonating Head(s)

رأس التفجير (أو رووس التفجير، حيث يتوقف ذلك على ما إذا كانت قنبلة يورانيوم أم بلوتونيوم هي المستعملة) ذلك الذي يوضع في شاحن التفجير المعتاد هو مشابه للرأس المفجر العادي. ونادرا ما يعمل كعامل مساعد وذلك لإنتاج التفجير الضخم. ومعايرة هذه الأداة أمر هام. إن رأس التفجير الصغير سينتج عنه تفجير ضخم عديم القيمة وسيقوم بمضاعفة الخطر حيث أن أحدا عليه أن يقوم بتفكيكه وإعادة تركيب القنبلة برأس تفجير آخر. (يضاف لهذا الخطورة التي تأتي إذا علمنا بأن المتفجرات العادية يمكن أن تكون قد انفجرت بقوة غير كافية للحم المعدن المشع. وهذا سينتج عنه كتلة حرجة للغاية يمكن أن تنفجر في أي لحظة).

رأس التفجير سيصله شحنة كهربية إما من المفجر بالضغط الجوي أو المفجر باستعمال رادار قياس الإرتفاع، ويعتمد على أي نوع من الأنظمة هي المستعملة. شركة دو بونت تصنع رؤوس تفجير ممتازة والتي يمكن تعديلها بسهولة لتلائم المواصفات المطلوبة.

شاحن التفجير المعتاد Conventional Explosive Charge(s)

هذا المتفجر يستعمل لتقديم (ولحم) الكمية القليلة من اليورانيوم للكمية الأكبر داخل المكان المتواجد فيه بالقنبلة. (كمية الضغط المطلوبة لإحداث ذلك غير معروفة ويمكن أن تكون من الأسرار الحكومية لأسباب أمنية).

متفجرات البلاستيك تعمل أفضل ما تكون لهذا الغرض حيث يمكن معالجتها يدويا لكي تمكن كل من قنبلة اليورانيوم وكذلك البلوتونيوم من التفجير. وأحد المتفجرات الممتازة هو نترات اليوريا. وتعليمات كيفية صناعة نترات اليوريا هي كالآتي:

المكونات

كوب من محلول مركز من حمض اليوريك (uric acid $C_5H_4N_4O_3$).

١/٣ (ثلث) كوب من حمض النيتريك nitric acid.

٤ أوعية حاويات زجاجية مقاومة للحرارة.

٤ مرشحات (مثل فلاتر القهوة).

قم بترشيح محلول حمض اليوريك من خلال المرشح وذلك كي تزيل الشوائب. ثم وببطء أضف ١/٣ (ثلث) كوب من حمض النيتريك للمحلول واترك المزيج يرتاح مدة ساعة. قم بعملية الترشيح مرة ثانية. اغسل البلورات بواسطة صب الماء عليها وهي لا تزال في المرشح. إزل البلورات من المرشح واتركها مدة ١٦ ساعة كي تجف. إن هذا المتفجر يحتاج إلى رأس تفجير كي ينفجر.

قد يكون من الضروري عمل كمية أكبر من تلك المذكورة في اللائحة هنا وذلك لإنتاج تفجير كبير كاف لأن يقوم بلحم قسمي اليورانيوم ببعضها لعمل الوحدة الساحقة.

اليورانيوم و البلوتونيوم

اليورانيوم ٢٣٥ يعتبر استخلاصه صعب جدا. وفي الحقيقة، فإن من كل ٢٥,٠٠٠طن من خام اليورانيوم المأخوذة من المناجم في الطبيعة فإن ٥٠ طنا فقط من معدن اليورانيوم يمكن تنقيتها منها. كما أن ٩٩,٣% من هذا المعدن هو يورانيوم ٢٣٨ والذي يعتبر إلى حد كبير معدن ثابت من أجل استعماله كعامل في التفجير الذري. ولجعل الأمور أكثر تعقيدا، ل توجد هناك طريقة كيماوية عادية يمكنها فصل النظيرين حيث أن اليورانيوم ٢٣٥ و٢٣٨ يمتلكان خصائص كيماوية متماثلة تماما. الطرق الوحيدة التي يمكن أن تكون فعالة لفصل اليورانيوم ٢٣٥ من اليورانيوم ٢٣٨ هي طرق ميكانيكية.
اليورانيوم ٢٣٥ هو قليلا وفقط قليلا أخف من اليورانيوم ٢٣٨. يستعمل نظام الإنتشار الغازي gaseous diffusion ليبدأ عملية الفصل ما بين النظيرين. في هذا النظام، اليورانيوم يتحد مع الفلورين لتكوين غاز هيكسافلورايد اليورانيوم. هذا المزيج يدفع مروحيا بواسطة مضخة منخفضة الضغط خلال سلسلة من الحواجز ذات المسامات الضيقة للغاية. ولأن ذرات اليورانيوم ٢٣٥ أخف وبالتالي تمر أسرع من ذرات اليورانيوم ٢٣٨ وتستطيع أن تنفذ من الحواجز بسرعة أكبر. وكنتيجة لذلك فإن تركيز اليورانيوم ٢٣٥ يصبح بالتالي أكبر كلما مر خلال كل حاجز. وبعد أن يمر خلال عدة آلاف من الحواجز فإن هيكسافلورايد اليورانيوم يحتوي نسبيا على تركيز أعلى من اليورانيوم ٢٣٥ ... في وقود المفاعل اليكون ٢% يورانيوم ٢٣٥ نقي. وإذا ما دفع يمكن من ناحية نظرية أن نحصل على ٩٥% يورانيوم ٢٣٥ نقي وذلك للإستعمال في القنبلة الذرية.
وبمجرد إنتهاء عملية الإنتشار الغازي، فيجب أن تتم تنقية اليورانيوم مرة أخرى. الفصل المغناطيسي للمستخلص من عملية الإخصاب السابقة تستعمل بعدها وذلك من أجل المزيد من تنقية اليورانيوم. وهذا يتضمن غاز تيتراكلورايد اليورانيوم المشحون كهربيا وتوجيهه ليمر على مجال الكتروماغناطيسي ضعيف. وحيث أن جزيئات اليورانيوم ٢٣٥ الأخف في مجرى الغاز تتأثر
بعد أول خطوتين، فإن عملية إخصاب ثالثة يتم تطبيقها على المستخلص من العملية الثانية. يتضمن اسلوب هذه العملية، احداث عملية طرد مركزية غازيةgas centrifuge من أجل مزيد من الفصل لليورانيوم ٢٣٥ الأخف من نظيره الأثقل. القوة الطاردة المركزية تفصل النظيرين مستخدمة الفرق بين كتلة كل منها. وبمجرد أن تكتمل كل هذه الإجراءات، فإن كل ما يراد عمله هو تشكيل اليورانيوم ٢٣٥ في قوالب مناسبة لوضعها داخل رأس حربي يمكنه تسهيل التفجير الذري.
حددت الكتلة الحرجة العظمى لليورانيوم ٢٣٥ على أساس ٥٠ كيلوجراما من اليورانيوم النقي. وحسب طريقة أو طرق التنقية المستخدمة عند تنقية اليورانيوم ٢٣٥، وكذلك مع تصميم ميكانيكية الرأس الحربي والإرتفاع الذي سينفجر عليه، فإن قوة التفجير في القنبلة الذرية يمكن أن يتروح من أي شيء بين ١ كيلو طن (وهي تساوي ألف طن من التي إن تي) إلى ٢٠ ميجا طن (وهي تساوي ٢٠ مليون طن من التي إن تي—والتي بالمناسبة تعتبر كأصغر رأس حربي نووي استراتيجي تمتلكه الدول العظمى اليوم. (ونذكر

هنا بأن غواصة نووية واحدة تحمل قوة تفجير تعادل ٢٥ مرة قوة الحرب العالمية الثانية)).
وبينما يعتبر اليورانيوم مادة مثالية الإنشطار، فإنها في الواقع ليست الوحيدة. البلوتونيوم يمكن أن يستعمل في القنبلة الذرية ايضا. وعند ترك اليورانيوم ٢٣٨ داخل المفاعل الذري لمدة أطول من الزمن، فإن اليورانيوم ٢٣٨ يلتقط جزيئات إضافية (خاصة النيوترونات) وتدريجيا يتحول إلى عتصر البلوتونيوم. البلوتونيوم قابل للإنشطار ولكن لا ينشطر بسهولة اليورانيوم. وبينما اليورانيوم يمكن أن ينفجر بواسطة أداة بسيطة من النوع مزدوج الإطلاق part-2 gun-type device، فإن البلوتونيوم يجب أن يتم تفجيره بواسطة أكثر من ٣٢ قسم معقد لغرف التحفيز مضاف إليها متفجر قوي من الأنواع المعروفة. وسرعة الضربة الكبيرة وميكانيكية الزناد المتزامنه لهذه المتفجرات. ويأتي مع هذه المتطلبات المهمة الإضافية لتقديم مزيج دقيق من البريليوم والبولونيوم لهذا المعدن أثناء حدوث كل هذه الأعمال. وقدد حددت الكتلة العظمى الحرجة للبلوتونيوم على أساس ١٦ كيلوجرام. وهذه الكمية التي يحتاج إليها يمكن تخفيضها إلى ١٠ كيلوجرام وذلك بإحاطة البلوتونيوم بلاف من اليورانيوم ٢٣٨.

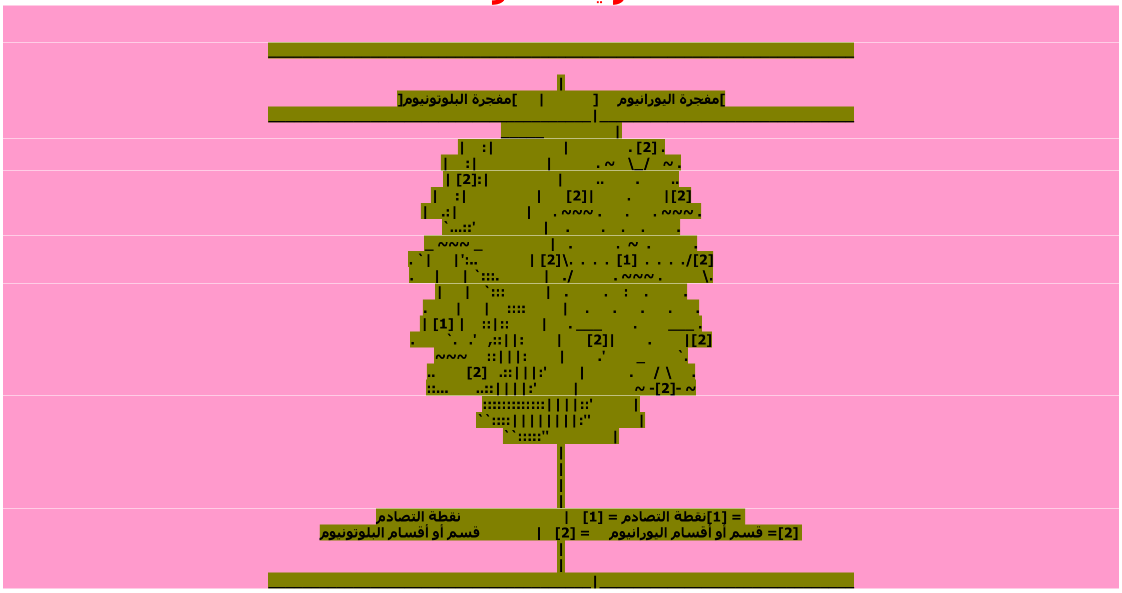
فيما يلي توضيح الفرق الكبير بين مفجر اليورانيوم من النوع القاذف
Uranium gun-type detonator
ومفجر البلوتونيوم نوع Plutonium implosion detonator

مفجر اليورانيوم:Uranium Detonator

يتكون من جزئين. كتلة كبيرة الحجم بيضاوية الشكل ومقعرة. والكتلة الصغيرة الحجم هي تماما ذات حجم وشكل الجزء المفقود في الكتلة الكبيرة. وحسب طريقة التفجير الخاصة بالمتفجرات العادية، فإن الكتلة الصغرى تحقن وتلتحم بقوة شديدة وعنف في الكتلة الكبرى. يحصل بالتالي الوصول إلى الكتلة الحرجة، يتبع ذلك التفاعل المتسلسل والذي يتم خلال جزء بسيط جدا من الثانية.

مفجر البلوتونيوم:Plutonium Detonator

يتكون من ٣٢ قسم كل منها بشكل الفطيرة ذات ال٤٥ درجة، متكونة من البلوتونيوم التي يحيط بها مزيج من البريليوم والبلونيوم. الأقسام ال٣٢ تكون بمجموعها السكل المحدب. جميع هذه الأقسام يجب أن تحتوي على كميات متساوية بدقة من الكتلة (والشكل) مثل بعضها البعض. إن شكل المتفجر يشبه كرة القدم. وحسب المتفجرات التي هي من الأنواع التقليدية، فإن كل من ال٣٢ قسما يجب أن تلتحم مع المزيج المذكور خلال جزء من عشرة ملايين من الثانية.



حارف النيوترون

يتكون حارف النيوترونات فقط من اليورانيوم ٢٣٨. ولا يعتبر اليورانيوم ٢٣٨ غير ثابل للإنشطار فقط ولكن أيضا له قدرات فريدة لكي يعكس النيوترونات ثانية لمصدرها. حارف النيوترونات اليورانيوم ٢٣٨ يمكن أن يخدم غرضين. ففي قنبلة اليورانيوم، يقوم حارف اليورانيوم بالخدمة كحارس كي يحافظ على عدم نشوء أي حوادث عارضة وذلك بإرجاع النيوترونات الشاردة مما يمكن أن نسمية الرصاصة في نظير كتلة اليورانيوم، وبعيدا عن الكتلة الأكبر لليورانيوم، والعكس بالعكس. حارف النيوترون في قنبلة البلوتونيوم في الواقع تساعد قطع البلوتونيوم في المحافظة على نيوتروناتها بواسطة عكس الجزيئات ثانية لمركزها.

غلاف الرصاص الحاجب

غرض هذا الغلاف المتكون من معدن الرصاص هو لمنع النشاط الإشعاعي المصاحب لمحتوى القنبلة من التداخل مع ميكانيكيات القنبلة الأخرى. إن التدفق المتواصل للنيوترونات من الحمولة الداخلية هي قوية لدرجة أنها قد تقدر على قصر الدائرة الكهربية الداخلية والتسبب في تفجير عرضي مفاجيء وقبل موعده.

الفيوزات أو الفتيل

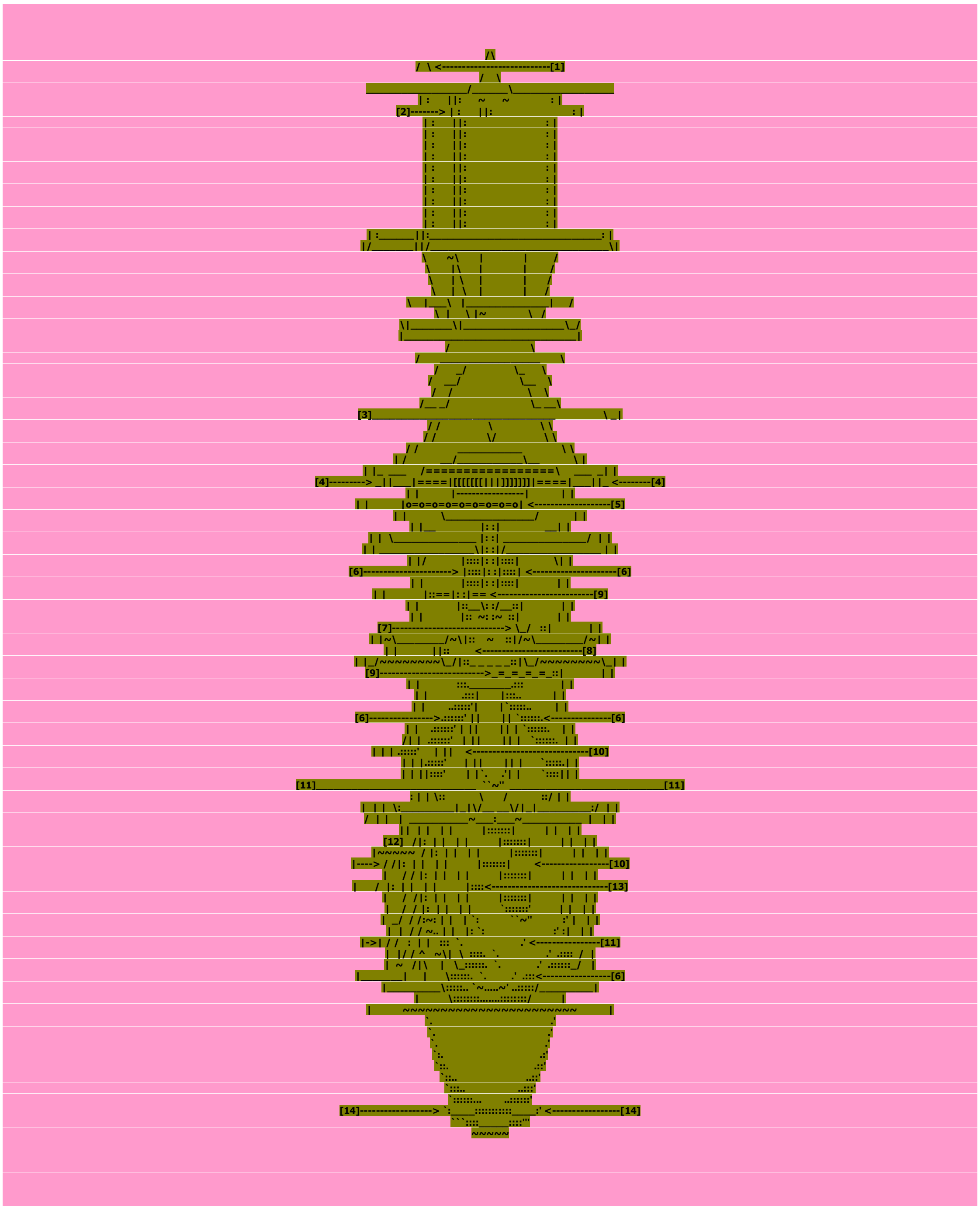
تستخدم الفيوزات أو الفتيل كوسيلة حماية أخرى لمنع أي تفجير عرضي في كل من المتفجرات التقليدية المألوفة والحمولة النووية في القنبلة. هذه الفيوزات أو فتيل التفجير يتم وضعها قرب سطح مقدمة القنبلة وذلك من أجل أن يتم تركيبها بسهولة عندما تكون القنبلة جاهزة لتبدأ التفجير. يجب أن يتم تركيب الفيوزات فقط قبل أن يبدأ تفجيرها. وتركيبها قبل هذا الموعد قد ينتج عنه حادثة مفجعة.

مخططات القنبلة

قنبلة اليورانيوم

موديل قنبلة الجاذبية

- ذيل المخروط[1]
- زعانف ثبات الذيل[2]
- مفجر يعمل بالضغط الجوي[3]
- أنبوب أو أنابيب دخول الهواء[4]
- أجهزة الحس الخاصة بالضغط الجوي والإرتفاع[5]
- الحاوية الحاجبة المصنوعة من الرصاص[6]
- رأس المتفجرة [7]
- شاحن المتفجرات االتفليدية[8]
- تغليف[9]
- اليورانيوم ٢٣٥ (بالنسبة للبلوتونيوم راجع المخطط الآخر)[10]
- حارف النيوترونات(اليورانيوم ٢٣٨)[11]
- أدوات قياس الأبعاد[12]
- وعاء خاص لليورانيوم ٢٣٥ من أجل التفجير لتسهيل الوصول للكتلة العظمى الحرجة[13]
- فيوزات أو الفتيل (يتم وضعها لتسليح القنبلة)[14]



مخططات قنبلة البلوتونيوم

موديل قنبلة الجاذبية

- ذيل المخروط[1]
- زعانف ثبات الذيل[2]
- مفجر يعمل بالضغط الجوي[3]
- أنبوب أو أنابيب دخول الهواء[4]

- أجهزة الحس الخاصة بالضغط الجوي والإرتفاع[5]
- دوائر الأقنية والفيوزات الإلكترونية[6]
- الحاوية الحاجبة المصنوعة من الرصاص[7]
- حارف النيوترونات(اليورانيوم ٢٣٨)[8]
- شاحن المتفجرات االتقليدية[9]
- البلوتونيوم (بلوتونيوم ٢٣٩)[10]
- وعاء مزيج البريليوم/ البولونيوم لتسهيل التفجير الذري[11]
- فيوزات أو الفتيل (يتم وضعها لتسليح القنبلة)[12]

